

INHALTSVERZEICHNIS

1. ZUSAMMENFASSUNG	5
2. SUMMARY	6
3. EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG	7
4. LITERATURÜBERSICHT	8
4. 1. Anatomische Grundlagen	8
4.1.1. Vormagenentwicklung beim Kalb	8
4.1.2. Schlundrinnenreflex	9
4.1.3. Anatomie der Haube	11
4.1.4. Anatomie des Pansens	11
4.1.5. Anatomie des Psalters	12
4.1.6. Anatomie des Labmagens	13
4.1.6.1. Beeinflussung der Labmagenentleerung	14
4.1.7. Lage und Befestigung der Wiederkäuermägen	14
4.2. Verdauungsvorgänge beim Kalb	14
4.3. Pansentrinker	16
4.4. Sonographische Untersuchung von Haube, Pansen, Psalter und Labmagen	17
4.4.1. Sonographische Befunde an der Haube	17
4.4.2. Sonographische Befunde am Pansen	19
4.4.3. Sonographische Befunde am Psalter	19
4.4.4. Sonographische Befunde am Labmagen	20
5. MATERIAL UND METHODIK	23
5.1. Untersuchte Tiergruppen	23
5.1.1. Gruppe A	23
5.1.2. Gruppe B	23
5.1.3. Gruppe C	24
5.2. Klinische Voruntersuchung	24
5.2.1. Untersuchung der Blutproben	24
5.2.2. Untersuchung der Harnproben	25
5.2.3. Untersuchung von Pansensaft	25
5.3. Methodik der sonographischen Untersuchung	25
5.3.1. Sonographisch untersuchte Organe	25
5.3.2. Vorbereitung der Kälber	25
5.3.3. Ultraschallgerät und Videorecorder	26
5.3.4. Ablauf der sonographischen Untersuchungen	26
5.3.5. Sonographische Untersuchung der Haube	28

5.3.5.1. Tränken der Kälber im Rahmen der Ultraschall- untersuchung	28
5.3.5.2. Fütterung der Kälber im Rahmen der Ultraschall- untersuchung	28
5.3.5.3. Auswertung der Videoaufnahmen	28
5.3.6. Sonographische Untersuchung des Pansens	29
5.3.6.1. Ermittlung des halben Bauchumfanges	29
5.3.6.2. Sonographische Untersuchung des Pansens	29
5.3.6.3. Untersuchung des Pansens während und nach der Milch- bzw. der Heuaufnahme	30
5.3.7. Sonographische Untersuchung des Psalters	30
5.3.7.1. Untersuchung des Psalters während und nach der Milch- bzw. der Heuaufnahme	31
5.3.8. Sonographische Untersuchung des Labmagens	31
5.3.8.1. Subjektive Beurteilung	31
5.3.8.1.1. Milchgerinnung	32
5.4. Statistik	33
5.5. Zusammenarbeit mit anderen Instituten und Abteilungen der Universität Zürich	33
5.6. Tierversuchsbewilligung	33
6. ERGEBNISSE	34
6.1. Klinische Befunde	34
6.1.1. Gruppe A	34
6.1.2. Gruppe B	34
6.1.3. Gruppe C	34
6.1.4. Hämatologische und biochemische Blutbefunde	35
6.1.5. Harnbefunde	36
6.1.6. Pansensaftbefunde	36
6.2. Sonographische Befunde an der Haube	36
6.2.1. Sonographische Befunde an der Haube der Gruppe A	36
6.2.1.1. Haube der Gruppe A vor der Milchaufnahme	36
6.2.1.2. Haube der Gruppe A während der Milchaufnahme	37
6.2.1.3. Haube der Gruppe A nach der Milchaufnahme	37
6.2.2. Sonographische Befunde an der Haube der Gruppe B	38
6.2.2.1. Haube der Gruppe B vor der Heuaufnahme	38
6.2.2.2. Haube der Gruppe B während und nach der Heu- aufnahme	39
6.2.3. Sonographische Befunde an der Haube der Gruppe C	41
6.2.3.1. Haube der Gruppe C vor der Milchaufnahme	41
6.2.3.2. Haube der Gruppe C während der Milchaufnahme	43
6.2.3.3. Haube der Gruppe C nach der Milchaufnahme	43

6.2.4. Vergleich der Haubenmotorik zwischen den 3 Gruppen	44
6.3. Sonographische Befunde am Pansen	46
6.3.1. Sonographische Befunde am Pansen der Gruppe A	46
6.3.1.1. Halber Bauchumfang	46
6.3.1.2. Pansen der Gruppe A vor der Milchaufnahme	46
6.3.1.3. Pansen der Gruppe A während und nach der Milchaufnahme	52
6.3.2. Sonographische Befunde am Pansen der Gruppe B	52
6.3.2.1. Halber Bauchumfang	52
6.3.2.2. Pansen der Gruppe B vor der Futteraufnahme	52
6.3.2.3. Pansen der Gruppe B während und nach der Heufutteraufnahme	56
6.3.3. Sonographische Befunde am Pansen der Gruppe C	56
6.3.3.1. Halber Bauchumfang	56
6.3.3.2. Pansen der Gruppe C vor der Milchaufnahme	56
6.3.3.3. Pansen der Gruppe C während und nach der Milchaufnahme	60
6.3.4. Vergleich von Pansenwand und Pansenausdehnung bei den 3 Gruppen	60
6.3.4.1. Pansenwand	60
6.3.4.2. Relative Pansenausdehnung	60
6.4. Sonographische Befunde am Psalter	63
6.4.1. Sonographische Befunde am Psalter der Gruppe A	63
6.4.1.1. Psalter der Gruppe A vor, während und nach der Milchaufnahme	63
6.4.2. Sonographische Befunde am Psalter der Gruppe B	64
6.4.2.1. Psalter der Gruppe B vor, während und nach der Futteraufnahme	64
6.4.3. Sonographische Befunde am Psalter der Gruppe C	67
6.4.3.1. Psalter der Gruppe C vor, während und nach der Milchaufnahme	67
6.4.4. Vergleich der Psaltermessungen bei den 3 Gruppen	68
6.5. Sonographische Befunde am Labmagen	69
6.5.1. Sonographische Befunde am Labmagen der Gruppe A	69
6.5.1.1. Labmagen der Gruppe A vor der Milchaufnahme	69
6.5.1.2. Labmagen der Gruppe A während der Milchaufnahme	74
6.5.1.3. Labmagen der Gruppe A nach der Milchaufnahme	79
6.5.1.4. Vergleich vor und nach dem Tränken	83
6.5.2. Sonographische Befunde am Labmagen der Gruppe B	86
6.5.2.1. Labmagen der Gruppe B vor der Futteraufnahme	86
6.5.2.2. Labmagen der Gruppe B während und 2 Stunden nach der Futteraufnahme	87
6.5.3. Sonographische Befunde am Labmagen der Gruppe C	90

6.5.3.1. Labmagen der Gruppe C vor der Milchaufnahme	90
6.5.3.2. Labmagen der Gruppe C während der Milchaufnahme	95
6.5.3.3. Labmagen der Gruppe C 15 Minuten nach der Milchaufnahme	95
6.5.4. Vergleich der Labmagenausdehnung bei den 3 Gruppen	95
7. DISKUSSION	96
7.1. Sonographie beim Kalb	96
7.2. Pansentrinker	96
7.3. Sonographie der Haube	97
7.4. Sonographie des Pansens	99
7.5. Sonographie des Psalters	102
7.6. Sonographie des Labmagens	103
7.7. Schlussbemerkungen	106
8. LITERATURVERZEICHNIS	107
9. ANHANG	113
10. DANKSAGUNG	118

1. ZUSAMMENFASSUNG

Das Ziel dieser Arbeit war es, die sonographischen Befunde gesunder milchtrinkender Kälber an Haube, Pansen, Psalter und Labmagen vor, während und nach der Milchaufnahme zu beschreiben. Diese Befunde wurden mit den entsprechenden Befunden von heufressenden Kälbern und von Pansentrinkern verglichen. Die Haube konnte bei den milchtrinkenden Kälbern in 70 %, bei den Heufressenden in 100 % und bei den Pansentrinkern in 80 % der Fälle dargestellt werden. Bei allen 3 Gruppen war Haubenmotorik vor der Fütterung vorhanden, allerdings konnte diese bei den milchtrinkenden Kälbern während der Milchaufnahme nicht beurteilt werden, da die Haube durch den sich mit Milch füllenden Labmagen verdrängt wurde. Bei den Pansentrinkern konnte die Haube dank des flüssigen Haubeninhalts erkannt werden. Der Pansen war bei den milchtrinkenden Kälbern auf der linken Seite immer zwischen dem 9. und 12. Interkostalraum darstellbar. Bei allen 3 Gruppen konnte die Unterteilung des Pansens in einen dorsalen und ventralen Pansensack erkannt werden. Der Pansen der heufressenden Kälber war signifikant grösser als derjenige der milchtrinkenden Kälber und der Pansentrinker. Der Panseninhalt der Pansentrinker stellte sich sonographisch als inhomogener Flüssigkeitssee dar, der unterschiedlich grosse, feste Partikel enthielt. Die Pansenwanddicke war bei den Pansentrinkern ventral und auf Höhe der Pansenfurche mit 3.2 ± 0.85 mm und 3.5 ± 1.20 mm signifikant dicker als bei den gesunden milchtrinkenden Kälbern mit 1.7 ± 0.44 mm und 2.2 ± 0.50 mm. Beim Psalter war die relative Ausdehnung bei den heufressenden Kälbern signifikant grösser als bei den milchtrinkenden Kälbern. Er war der rechten Bauchwand bei keiner Gruppe direkt anliegend. Die relative Labmagenausdehnung zeigte vor der Futteraufnahme zwischen den 3 Gruppen keine signifikanten Unterschiede. Bei den milchtrinkenden Kälbern konnte die Milchgerinnung 15 Minuten nach der Milchaufnahme beobachtet werden. Nach 30 Minuten schien sich der Gerinnungsklumpen bereits wieder aufzulösen. Die sonographische Untersuchung eignet sich gut, um die Milchgerinnungsvorgänge im Labmagen bei Kälbern zu beschreiben.

2. SUMMARY

The goal of this study was to describe the ultrasonographic findings of the reticulum, rumen, omasum and abomasum in 10 healthy milk-fed calves before, during and after ingestion of milk. The results were compared with the findings in 10 hay-fed calves and 10 ruminal drinkers. The reticulum was visualised in 70 % of healthy milk-fed calves, 100 % of hay-fed calves and 80 % of ruminal drinkers. Reticular contractions were seen in all three groups prior to feeding, although they could not be evaluated during ingestion of milk in the healthy milk-fed calves because the reticulum was displaced by the milk-filled abomasum. The fluid-filled reticulum could be seen in the ruminal drinkers. In healthy milk-fed calves the rumen was always seen between the 9th and 12th intercostal spaces on the left side. Ultrasonography allowed differentiation of the dorsal and ventral sacs of the rumen in all three groups. The rumen of hay-fed calves was significantly larger than that of healthy milk-fed calves and ruminal drinkers. The ruminal contents in ruminal drinkers appeared heterogeneous with hypoechogenic fluid and multifocal echogenic foci of varying sizes. In the ruminal drinkers, the thickness of the ruminal wall was 3.2 ± 0.85 mm ventrally and 3.5 ± 1.20 mm at the level of the ruminal groove, which was significantly greater than in healthy milk-fed calves (1.7 ± 0.44 mm and 2.2 ± 0.50 mm). The relative size of the omasum was significantly larger in hay-fed calves than in healthy milk-fed calves. The omasum was not situated directly adjacent to the right abdominal wall in any of the calves. The relative size of the abomasum did not differ significantly before feeding among the three groups. In the healthy milk-fed calves, coagulation of the milk in the abomasum was observed 15 minutes after feeding, and 30 minutes later, the coagulated clumps had disappeared. Ultrasonography is a useful tool for assessing digestion of milk in the abomasum of calves.

3. EINLEITUNG UND ZIELSETZUNG

Die Grundlage und Voraussetzung für die sonographische Beurteilung der Organe eines erkrankten Tieres sind die Kenntnisse der Normalbefunde von gesunden Tieren. Bei Kälbern sind insbesondere die Kenntnisse über die physiologische Lage und Ausdehnung der Vormägen und des Labmagens sowie das sonographische Aussehen des Organinhalts von Bedeutung. Beim erwachsenen Rind liegen bereits mehrere Arbeiten über die sonographischen Befunde des Magen-Darm-Trakts sowohl gesunder als auch kranker Tiere vor. Die Haube und deren Motorik wurden von verschiedenen Autoren beschrieben (GÖTZ, 1992; BRAUN und GÖTZ, 1994; KASKE et al. 1994; RAUCH, 2008; BRAUN und RAUCH, 2008b). Ähnliches gilt für Lage, Ausdehnung und Inhalt des Palters (BLESSING, 2003; BRAUN und BLESSING, 2006) und des Labmagens (WILD, 1995; BRAUN et al., 1997a). Viele Publikationen, zusammengefasst von BRAUN (2003), befassten sich mit den sonographischen Befunden am Gastrointestinaltrakt von Kühen mit verschiedensten Erkrankungen. Beim Kalb liegen deutlich weniger Arbeiten vor. JUNG (2002) beschrieb die sonographischen Befunde am Abdomen beim neugeborenen Kalb unter besonderer Berücksichtigung pathologischer Veränderungen. WITTEK et al. (2005a) befassten sich mit dem Volumen, der Lage und der Entleerrungsrate beim milchtrinkenden Kalb, und MIYAZAKI et al. (2007, 2008) beschrieben die Gerinnung im Labmagen von Kälbern. Bei Kälbern über 2 Wochen liegen keine sonographische Beschreibungen von Haube, Pansen und Palter vor. Das Ziel dieser Arbeit war es, die sonographischen Normalbefunde von Haube, Pansen, Palter und Labmagen bei milchtrinkenden Kälbern zu beschreiben. Diese sollten mit denen von bereits heufressenden Kälbern und von Pansentrinker-Kälbern verglichen werden. Dazu wurden 10 milchtrinkende Kälber, 10 heufressende Kälber und 10 Pansentrinker sonographisch untersucht. Das sonographische Aussehen der Organe wurde beschrieben, und es wurden zahlreiche Messungen wie zum Beispiel die Ausdehnung der Organe, die Haubenmotorik, der Abstand zur Bauchwand und die Wanddicke durchgeführt.

4. LITERATURÜBERSICHT

4. 1. Anatomische Grundlagen

4.1.1. Vormagenentwicklung beim Kalb

In einer frühen fetalen Phase sind alle Magenabteilungen gleich gross. Während der Pansendrehung ist der Pansen am grössten, später gewinnt der Labmagen stark an Volumen und übertrifft die Haube, den Pansen und Psalter zum Geburtszeitpunkt (SCHNORR und KRESSIN, 2001). Der Labmagen ist derjenige Magen, der sofort post partum seine Funktion zur Verdauung der Milch aufnimmt. Seine Struktur ist derjenigen des erwachsenen Tieres schon sehr ähnlich und sein Fassungsvermögen kann bereits über 60 % des Volumens adulter Rinder erreichen (KÖNIG und LIEBICH, 2005).

In den ersten Wochen und Monaten laufen die folgenden Entwicklungsvorgänge ab: Grössenzunahme von Haube, Pansen und Psalter, Schleimhautwachstum, Initiierung der Magenmotorik und mikrobielle Besiedlung des Pansens. Die Vormagenentwicklung beginnt hauptsächlich dann, wenn die Kälber Zugang zu Heu, Kraftfutter und Wasser erhalten und davon aufnehmen. Bei früher Raufutteraufnahme nimmt das Grössenwachstum des Pansens zu, während dessen bei viel Kraftfutter die Pansenzotten durch das grosse Angebot an freien Fettsäuren zum Wachstum angeregt werden (VON ENGELHARDT und BREVES, 1999). Das Pansenvolumen ändert sich im Vergleich zum Labmagenvolumen wie folgt: Nach vier Wochen liegt es bei 0.5:1, nach acht Wochen bei 1:1 und nach zwölf Wochen bei 2:1 (ROSENBERGER, 1978). Die zyklischen Hauben-Pansenkontraktionen stellen sich erst mit 6 bis 8 Wochen ein. Allerdings sind erste Pansenbewegungen und kurze Wiederkauphasen bereits im Alter von 2 bis 3 Wochen ersichtlich (ROSENBERGER, 1978). Die Besiedlung des Pansens mit Mikroorganismen beginnt gleich nach der Geburt, als erstes sind aerobe und fakultativ anaerobe Bakterien, wie *E. coli*, koliforme Keime und Kokken zu erwarten. Sobald mehr Trockenfutter aufgenommen wird, erscheinen Laktobazillen und es entsteht ein vormagentypisches Milieu (DIRKSEN et al., 2006).

Der Pansen erreicht beim erwachsenen Rind 80 % des gesamten Magenvolumens von 60 bis 100 Litern (SALOMON et al., 2005). Am Ende des Körperwachstums beträgt das Grössenverhältnis zwischen den drei Vormägen und dem Labmagen 10:1.

4.1.2. Schlundrinnenreflex

Durch den Schlundrinnenreflex (auch Haubenrinnenreflex oder Magenrinnenreflex genannt) gelangt die Milch bei jungen Wiederkäuern unter Umgehung des Reticulorumens unmittelbar in den Labmagen (VON ENGELHARDT und BREVES, 1999). Die Schlundrinne liegt in der rechten Wand der Haube und wird von zwei spiralig verlaufenden muskulösen Lippen (Labium dextrum und Labium sinistrum) begrenzt. Die linke oder kraniale Lippe umgreift mit ihrem dorsalen Ende das schlitzförmige Ostium cardiacum. Die rechte oder kaudale Lippe verdeckt mit ihrem ventralen Ende teilweise die Öffnung in den Psalter (Ostium reticulo-omasicum) (SALOMON et al., 2005).

Als Schlundrinnenreflex wird die reflektorisch ausgelöste spiralige Drehung der beiden muskulösen Haubenlippen bei gleichzeitiger Relaxation von Hauben-Psalter-Öffnung und Psalterkanal bezeichnet, die zu einem rohrartigen Bypass zwischen Oesophagus und Labmagen führt. Der kaudale Teil des Oesophagus muss sich kontrahieren und der Labmagen selbst muss erschlaffen (DENAC et al., 1990). Der Schlundrinnenreflex wird durch die Stimulation von Chemorezeptoren in der Maulhöhle, im Pharynx und im kranialen Oesophagus durch Milch ausgelöst (RUCKEBUSCH, 1983). Dabei übertragen Vagusäste im Larynx die Stimuli oder Impulse zur Medulla oblongata. Der Verschluss der Schlundrinne wird vorwiegend durch den dorsalen Vagusast vermittelt (SELLERS und STEVENS, 1966) und geht dementsprechend nach einer Vagotomie verloren (HABEL, 1956). Damit der Schlundrinnenreflex ausgelöst werden kann, müssen bestimmte Voraussetzungen stimmen. Das Allgemeinbefinden des Tieres sollte ungestört sein, die Tränke mit ihren Inhaltsstoffen muss mit den im Pharynx gelegenen Rezeptoren

ren in Kontakt kommen und das Kalb soll freiwillig trinken (DIRKSEN et al., 2006). Der Schlundrinnenreflex kann bei einer allgemeinen postnatalen Trinkschwäche, beim Tränken von kranken Kälbern mit der Flasche, beim Umstellen von reiner Milchtränke auf Milchersatz oder beim Zwangstränken gestört sein.

Der Schlundrinnenreflex lässt sich bei Neonaten auch durch andere sensorische Stimuli, wie zum Beispiel visuelle, auditorische oder geruchliche, auslösen (COMLINE und TITCHEN, 1951). Bei 2 Wochen alten Kälbern, die abrupt von Nippel- auf Eimertränke umgestellt werden, kommt es zu einer Funktionseinbusse des Reflexes (ABE und IRIKI, 1979). Bei über 2-jährigen Rindern wurde beobachtet, dass der Schlundrinnenreflex auch nach der Entwicklung des Pansens funktioniert, wenn die Tiere immer Milch bekommen (RIEK, 1954).

Beeinflussung des Schlundrinnenreflexes

Dopamin inhibiert den Schlundrinnenreflex und die Kontraktionen von Haube und Pansen. Bei Kälbern kann dieser Effekt durch eine Infusion mit antidopaminergen Substanzen, wie zum Beispiel Metoclopramid, unterdrückt werden (BEUNO et al., 1983). Bei Auslösung des Schlundrinnenreflexes bei erwachsenen Rindern werden die Kontraktionen von Haube und Pansen in Abhängigkeit von der Dauer des Reflexes gehemmt (RUCKEBUSCH und KAY, 1971).

Bei Kälbern mit einer Labmagendrehung wird der Schlundrinnenreflex, verursacht durch eine Stimulation des N. vagus, gehemmt. Dies führt dazu, dass die Milch in den Pansen fließt. Die Eingabe von Flüssigkeit mit einer Schlundsonde führt nicht zum Schluss der Schlundrinne (CHAPMAN et al., 1986).

Der Schlundrinnenreflex kann auch durch Salz- oder Sulfatlösungen ausgelöst werden. Bei Rindern unter 2 Jahren funktioniert dies mit Natriumchlorid-, Natriumbikarbonat-, Kupfersulfat-, Zinksulfat- und Zuckerlösungen. 100 bis 250 Milliliter einer 10%igen Natriumbikarbonatlösung induzieren bei 93 % der Rinder einen Schlundrinnenverschluss. Der Verschluss ist sofort und hält gewöhnlich für ein bis zwei Minuten. Während dieser Zeit gelangen andere, peroral verabreichte

Lösungen direkt in den Labmagen (CLARK, 1956). Klinisch kann dies bei Jungtieren zur Behandlung von Labmagenulzera zum Beispiel mit Magnesiumhydroxid genutzt werden. Experimentell lässt sich der Schluss der Schlundrinne durch Applikation von Lokalanästhetika im Maulbereich oder durch intravenöse Injektion von Atropin verhindern (VON ENGELHARDT und BREVES, 1999).

4.1.3. Anatomie der Haube

Für die Beschreibung der Haubenanatomie und -physiologie wird auf die Dissertation von Stefan Rauch (RAUCH, 2008) verwiesen.

4.1.4. Anatomie des Pansens

Entwicklungsgeschichtlich, aber auch funktionell, stehen sich Pansen und Haube besonders nahe, weshalb sie auch unter dem Begriff Ruminoreticulum zusammengefasst werden können (NICKEL et al., 2004). Der Pansen ist beim erwachsenen Rind ein grossräumig erweiterter, seitlich abgeplatteter Sack, der praktisch den gesamten linken Bauchraum ausfüllt und mit seinem kaudoventralen Anteil teilweise über die Mediane in die rechte Bauchhöhlenhälfte gelangt (KÖNIG und LIEBICH, 2005). Er besitzt eine der linken und ventralen Bauchwand anliegende Fläche (Facies parietalis) sowie eine dem Darm, aber auch der Leber, dem Psalter und Labmagen zugewendete Fläche (Facies visceralis). Die dorsale Pansenwand schmiegt sich dem Zwerchfell und der Lendengegend an, während die ventrale auf der Bauchdecke ruht. Kranial grenzt der Pansen an die Haube, und das kaudale Ende wird durch die beiden Blindsäcke gebildet (NICKEL et al., 2004).

Der Pansen wird durch äusserlich sichtbare Furchen untergliedert. Die Unterteilung des Pansens in einen dorsalen und einen ventralen Pansensack (Saccus dorsalis und Saccus ventralis) erfolgt durch die seitlichen Längsfurchen (Sulcus longitudinalis dexter bzw. sinister), welche durch je eine von kranial und kaudal tief einschneidende Furche (Sulcus cranialis bzw. caudalis) miteinander verbunden sind. Im Innern kommunizieren beide Säcke durch das weite Ostium intrarumi-

nale. Am kaudalen Ende des Pansens werden vom dorsalen und ventralen Pansensack je ein Blindsack (*Saccus caecus caudodorsalis* bzw. *caudoventralis*) durch Kranzfurchen abgetrennt. Der kaudodorsale und kaudoventrale Blindsack reichen beim Rind gleich weit nach kaudal, während beim kleinen Wiederkäuer der ventrale Blindsack weiter beckenwärts hinausragt (NICKEL et al., 2004). Der vordere Pansensack wird als Pansenvorhof bezeichnet und ist durch den *Sulcus cranialis* vom dorsalen Pansensack abgetrennt. Der Pansenvorhof stellt die Verbindung zwischen Haube und Pansen her. Er nimmt die Futtermassen aus Oesophagus und Haube entgegen. Der ventrale Pansensack ist kranial zur Pansenbucht (*Recessus ruminis*) erweitert (KÖNIG und LIEBICH, 2005).

Die Schleimhaut des Pansens wird oberflächlich von einem mehrschichtigen, drüsenlosen Plattenepithel gebildet. Charakteristisch sind die *Papillae ruminis*, welche bindegewebige Bildungen der *Lamina propria* und der *Tela submucosa* sind, die in ihrer Gesamtheit die resorbierbare Pansenoberfläche etwa um das Siebenfache vergrössern (KÖNIG und LIEBICH, 2005). Die Pansenpfeiler und auch das Pansendach sind zottenfrei. Im Bereich des dorsalen Pansensacks liegt im Allgemeinen die Gasblase, welche während der Pansengärung entsteht, über dem Futterbrei (NICKEL et al., 2004).

4.1.5. Anatomie des Psalters

Beim adulten Rind stellt der Psalter mit einem Fassungsvermögen von 7 - 18 Litern den drittgrössten und zweitschwersten Magen dar. Er liegt rechts im mittleren Drittel der Bauchhöhle und weist eine kugelige Gestalt mit seitlicher Abflachung auf. Die nach kranial und rechts gerichtete Seitenfläche (*Facies parietalis*) berührt die Leber. Die nach links und kaudal gerichtete Seitenfläche (*Facies visceralis*) liegt dem Pansen an (NICKEL et al., 2004). Bei normaler Füllung nimmt der Psalter in seiner kranio-kaudalen Richtung den Raum zwischen dem 9. und 12. Interkostalraum ein und berührt dabei je nach Autor an unterschiedlichen Stellen die Bauchwand. Der Psalter steht mit der Haube über die Hauben-Psalteröffnung, das

Ostium reticulo-omasicum, in Verbindung, und mit dem Labmagen über die Psalter-Labmagenöffnung (Ostium omaso-abomasicum). Vom Psalterdach ragen zahlreiche Blätter (Laminae omasi) von unterschiedlicher Länge in das Lumen hinein (KÖNIG und LIEBICH, 2005).

Beim neugeborenen Kalb liegt der Psalter ungefähr in der Mitte der Bauchhöhle zwischen der Leber und dem Labmagen. Die Entwicklung der Blätter der vier verschiedenen Grössen und deren typische Formation erfolgt bereits während der fetalen Entwicklung. Die morphologische Ausgestaltung des Blättermagens ist zum Geburtszeitpunkt schon weit fortgeschritten und scheint im Vergleich zu den anderen Vormagenabteilungen reifer in der Entwicklung (TOTZAUER und SINOWATZ, 1990). Im Alter von einem Monat weist das Kalb einen Psalter auf, der sich nach rechts verschoben hat und fast vollständig rechts von der Medianebene liegt. Beim Kalb im Alter von 7 Monaten reicht der Psalter nach kaudal bis zu einer Querebene durch den hinteren Teil des ersten Lendenwirbels und nach kranial bis zu einer Ebene durch den 9. Brustwirbel. In diesem Entwicklungsstadium berührt er die rechte Bauchwand im Bereich von der 9. bis zur 11. Rippe. Der Psalter ist in Bezug auf seine Grösse bereits im Alter von neun Monaten voll ausgebildet und liegt an der gleichen Stelle wie beim adulten Rind. Mit der Aufnahme von Raufutter erfährt der Psalter in kurzer Zeit eine starke Ausbildung, damit er seine Funktion aufnehmen kann (TOTZAUER und SINOWATZ, 1990).

4.1.6. Anatomie des Labmagens

Der Labmagen hat eine birnenförmige Gestalt und weist beim adulten Rind ein Fassungsvermögen von 6 bis 12 Litern auf. Die physiologische Lage des Labmagens beginnt mit dem Fundus hinter Haube und Leber, nahezu in der Medianen der ventralen Bauchwand aufliegend (NICKEL et al., 2004). Das Corpus abomasi schiebt sich hinter und unter den Psalter und wendet sich nach rechts. Die Pars pylorica strebt im Bereich des rechten Rippenbogens dorsal und geht in das Duodenum über.

4.1.6.1. Beeinflussung der Labmagenentleerung

Die medikamentöse Behandlung von Kühen mit einer Labmagenhypomotilität wird praktiziert, aber es gibt wenige Daten über die Wirksamkeit (WITTEK und CONSTABLE, 2005b). Eine Labmagenhypomotilität kann durch verschiedene metabolische und toxische Einflüsse wie Hypokalzämie, Endotoxämie, Alkalämie, Hyperinsulinämie und Hyperglykämie induziert werden. Das Ziel der Behandlung einer Labmagenhypomotilität ist es, die ursächlichen Einflüsse zu korrigieren bzw. zu eliminieren. Zur Anregung der Motorik werden verschiedene Substanzen wie Neostigmin, Metoclopramid oder Erythromycin eingesetzt (BRAUN et al., 1989; BRAUN et al., 1990; ROUSSEL et al., 2000). Man erhofft sich davon wie beim Menschen und anderen Monogastriern einen prokinetischen Effekt. Prokinetische Agentien stimulieren und koordinieren die Motorik vom Magen, Pylorus und Dünndarm. Bei milchsaugenden Kälbern wurde die prokinetische Wirkung von Erythromycin experimentell belegt (WITTEK und CONSTABLE, 2005b).

4.1.7. Lage und Befestigung der Wiederkäuermägen

Im Ursprungsbereich des dorsalen Magengekröses ist der dorsale Pansensack flächenhaft mit den Zwerchfellpfeilern und der linksseitigen inneren Lendenmuskulatur verklebt (NICKEL et al., 2004). Die Verklebungszone reicht vom Hiatus oesophageus bis zur Höhe des dritten bis vierten Lendenwirbels. Auch das dorsale Ende der Milz ist in diese Verklebungszone einbezogen. Eine weitere Befestigung erfolgt über das Magengekröse, das sich zum grossen und kleinen Netz entwickelt hat.

4.2. Verdauungsvorgänge beim Kalb

Die postnatale Entwicklung des Verdauungsapparats läuft über drei Phasen. In der ersten Phase, der präruminanten Phase, nehmen die Kälber hauptsächlich Milch oder Milchersatz und nur sehr geringe Mengen Trockenfutter auf. Mit der Aufnahme von sogenanntem Starterfutter nach zwei bis drei Wochen beginnt die

zweite Phase, die Übergangsphase. Am Ende dieser Phase werden die Kälber von der Milch abgesetzt. Die Fermentation des Starterfutters im unentwickelten Reticulorum bewirkt eine schnelle Volumenexpansion und Differenzierung des Pansenepithels, so dass mikrobiell fermentierte flüchtige Fettsäuren absorbiert und verwendet werden können (DRACKLEY, 2008). Die dritte Phase ist die eigentliche Wiederkäuerphase, welche nach der Entwöhnung bis ans Lebensende der Tiere andauert.

Milchgerinnung

Wenn Vollmilch in den Labmagen gelangt, denaturieren Kaseinproteine bei den sauren Zuständen im Labmagen. Der Labmagen-pH beträgt vor dem Tränken 2.0 bis 3.3 und wenige Minuten nach dem Tränken 4.0 bis 6.0 und kehrt innerhalb von 3 bis 5 Stunden wieder auf einen pH-Wert unter 3.5 zurück. Der saure pH entsteht durch die HCl-Sekretion der Parietalzellen der Labmagenschleimhaut. Das inaktive Enzym Prorennin wird in den präruminanten Labmagen sezerniert, wo es infolge des sauren Milieus in seine aktive Form Rennin konvertiert. Dieses zeigt seine optimale Wirkung bei einem pH-Wert von 4.0 und bewirkt die Labgerinnung. Gebildete Kaseinmicellen koagulieren und verlieren damit ihre Löslichkeit. Anschliessend kommt es zur Bildung des Kaseinkuchens (VON ENGELHARDT und BREVES, 1999). Unter physiologischen Bedingungen ist das Kasein nach 3 bis 4 Minuten vollständig koagulierte und wird in kleinen Mengen in den Dünndarm abgegeben. Das Fett ist im Koagulum eingeschlossen, während sich die Milchserumproteine, wie z. B. Immunglobuline, β -Laktoglobuline, Laktose, lösliche Mineralstoffe und Vitamine, im löslichen Anteil befinden. Die löslichen Komponenten gelangen über 2 bis 3 Stunden nach der Futteraufnahme in den Dünndarm, während das Kaseinkoagulum bis zu 12 bis 18 Stunden im Labmagen verbleibt (DRACKLEY, 2008).

4.3. Pansentrinker

Beim Pansentrinken handelt es sich um eine chronische Indigestion beim Saugkalb, welche durch mangelhaften Schluss der Schlundrinne, durch Verabreichen von Milch mit der Sonde oder durch Rückfluss von Labmageninhalt in den Pansen entsteht. Im Pansen wird die Milch bakteriell vergoren, d. h. dass der Milchzucker, die Laktose, durch grampositive Kokken und Laktobazillen in Milchsäure, Laktat, umgewandelt wird. Die Milchsäure führt einerseits zur Pansenazidose, andererseits, nach Resorption ins Blut, zur metabolischen Azidose (BREUKINK et al., 1988; DIRKSEN et al., 2006). Zu berücksichtigen ist, dass der Schluss der Schlundrinne nie ganz vollständig ist und dass immer eine bestimmte Milchmenge (ca. 10 %) direkt in den Pansen gelangt (RUCKEBUSCH und KAY, 1971). Diese auch im Normalfall in den Vormagen gelangende Milch wird aber bei einem gesunden Kalb innerhalb von 3 Stunden in den Labmagen weitertransportiert und führt zu keinen Störungen (BÄTTIG et al., 1992). Anders ist es, wenn beim Schluss der Schlundrinne eine Störung vorliegt.

Durch die bei der bakteriellen Vergärung entstehenden hohen Milchsäurekonzentrationen steigt der osmotische Druck im Pansen an und zu dessen Verminderung strömt extrazelluläre Flüssigkeit in den Pansen ein, was zur Verflüssigung des Panseninhalts und zur Exsikkose führt. Sobald die Säuren in den Dünndarm gelangen, entsteht osmotischer Durchfall (DIRKSEN et al., 2006). Zusätzlich bewirkt der angesäuerte Panseninhalt eine reduzierte Vormagenmotilität (BÄTTIG et al., 1992). Mit Hilfe von Bariumsulfatstudien konnte gezeigt werden, dass der Panseninhalt bei Pansentrinkern bis zu 48 Stunden im Pansen verbleibt, bevor er weiter in den Labmagen transportiert wird (BREUKINK et al., 1988).

Durch das Vorhandensein von Buttersäure (Proliferationsanregung) und Milchsäure (chemischer Reiz) entwickelt sich in der Vormagenschleimhaut eine hyperkeratotische Parakeratose sowie eine schwere, mit Epithelverlust, Erosionen und Nekrosen einhergehende Retikuloruminitis (DIRKSEN et al., 2006). Solche entzündliche Veränderungen können wiederum das Fortbestehen der Schlundrinnen-

dysfunktion begünstigen. Histologisch kann auch eine Villusatrophie der Dünndarmschleimhaut beobachtet werden, welche als Ursache für eine Malabsorption und eine Maldigestion betrachtet wird (VAN WEEREN-KEVERLING BUISMAN et al., 1988).

Abgeheberte Pansenflüssigkeit übersteigt das Volumen der zuvor aufgenommenen Milchmenge und kann Haare und Faserpartikel enthalten. Die Farbe ist gelblich-weiss und weist einen säuerlichen Geruch mit dünnsuppiger Konsistenz mit Flocken und einem pH-Wert von 4.0 bis 5.0 auf. Eventuell enthält die Pansenflüssigkeit auch Bestandteile der Pansenschleimhaut und Haare. Die flüchtigen Fettsäuren, insbesondere die Buttersäure und die Milchsäure, sind in ihren Konzentrationen stark erhöht (DIRR und DIRKSEN, 1989). Die Chloridkonzentration im Pansensaft ist bei Pansentrinkern, aber auch bei milchtrinkenden Kälbern, im Vergleich zum adulten Rind hoch (DIRR und DIRKSEN, 1989), da die Chloridkonzentration der Milch mit 45 mmol/l relativ hoch ist. Zu einem gewissen Grad ist auch der von TRAUTMANN und SCHMITT (1932) beschriebene physiologische Rückfluss von Milch aus dem Labmagen an den hohen Chloridgehalten im Pansensaft von Kälbern beteiligt.

4.4. Sonographische Untersuchung von Haube, Pansen, Psalter und Labmagen

4.4.1. Sonographische Befunde an der Haube

Für das erwachsene Rind liegen umfangreiche Untersuchungen über die sonographische Untersuchung der Haube vor. So wurden das Aussehen und die Motorik der Haube bei gesunden Kühen (BRAUN und GÖTZ, 1994; KASKE et al. 1994), aber auch bei Kühen mit Reticuloperitonitis traumatica (BRAUN et al., 1993; KASKE et al., 1994; BRAUN, 2009), Vagusindigestion (BRAUN, 2009) und mechanischer Obstruktion der Haube (BRAUN et al., 2002b) beschrieben. Einige Autoren beschäftigten sich auch mit dem Einfluss von Medikamenten wie Atropin, Xylazin und Scopolamin (BRAUN et al., 2002a) sowie von Neostigmin (EL-

KHODERY und SATO, 2008) auf die Haubenmotorik. Im Weiteren wurden die Einflüsse von Futteraufnahme, Wiederkauen und Stress auf die Haubenmotorik gesunder Kühe beschrieben (BRAUN und RAUCH, 2008b).

Die Ultraschalluntersuchung der Haube erfolgt in der Unterbrustgegend links und rechts des Sternums sowie in der linken und rechten Brustwandgegend bis zur Höhe des Ellbogengelenks (GÖTZ, 1992; BRAUN und GÖTZ, 1994; KASKE et al. 1994; BRAUN, 1997). Die Haube stellt sich sonographisch als halbmondförmiges Gebilde mit gleichmässiger Kontur dar. Im erschlafften Zustand liegt sie dem Zwerchfell bzw. der ventralen Bauchwand unmittelbar an und kontrahiert sich regelmässig. Die verschiedenen Schichten der Haubenwand können nur bei Vorhandensein von Flüssigkeit im kranialen Abdomen dargestellt werden. In solchen Fällen sind die Tunica serosa als feine echogene Linie, die Tunica muscularis als echoarme Linie und die Tunica mucosa als dickere echogene Linie zu sehen. Der Haubeninhalt ist wegen seiner gasigen Beschaffenheit normalerweise nicht zu sehen. Auch Magnete und Fremdkörper, die in der Haube enthalten sind, können in der Regel sonographisch nicht dargestellt werden. Dafür eignet sich in erster Linie die Röntgenuntersuchung, deren Stärke in der Sichtbarmachung von röntgendichten Fremdkörpern und Magneten liegt (BRAUN et al. 1993). Kaudal der Haube können der Pansenvorhof und der Übergang in den ventralen Pansensack dargestellt werden.

Beurteilung der Haubenmotorik

Für die Beurteilung der Haubenmotorik wird die Haube im Bereich der linken Unterbrustgegend während 3 Minuten beobachtet, indem der Schallkopf an einer für die Beobachtung optimalen Stelle aufgesetzt wird. Beurteilt werden Anzahl, Ausmass, Dauer und Geschwindigkeit der in dieser Zeit ablaufenden Haubenkontraktionen sowie die Dauer des kontraktionsfreien Intervalls zwischen 2 biphasischen Haubenkontraktionen. Die Haube kontrahiert sich normalerweise ca. 1 Mal pro Minute in einer biphasischen Art, wobei die erste Kontraktion unvollständig ist

(GÖTZ, 1992; BRAUN und GÖTZ, 1994; RAUCH, 2008; BRAUN und RAUCH, 2008b). Während der 3minütigen Beobachtungszeit sind deshalb normalerweise 3 bis 4 biphasische Haubenkontraktionen zu sehen. Unmittelbar im Anschluss an die zweite Haubenkontraktion ist häufig eine Kontraktion des Pansenvorhofs zu beobachten. Die beim Wiederkauen auftretende Rejektion des Futters ist immer mit einer zusätzlichen Haubenkontraktion verbunden, welche der biphasischen Haubenkontraktion unmittelbar vorangeht. Die Dauer der ersten Haubenkontraktion beträgt 2.0 - 3.5 Sekunden, die der zweiten 3.0 - 5.5 Sekunden. Die Geschwindigkeit der ersten Haubenkontraktion liegt zwischen 3.3 und 10.0 cm/Sekunde und die Dauer des kontraktionsfreien Intervalls zwischen 2 biphasischen Haubenkontraktionen zwischen 25 und 75 Sekunden.

4.4.2. Sonographische Befunde am Pansen

Der Pansen ist beim erwachsenen Rind im Bereich der linken rippengestützten Bauchwand darstellbar. Zu unterscheiden sind von dorsal nach ventral der dorsale Pansensack, die Pansenlängsfurche und der ventrale Pansensack. Die Pansenwand stellt sich echogen dar. Im Bereich der dorsalen Gasphase sind Reverberationsartefakte zu sehen, welche parallel zur Pansenwand verlaufen (TSCHUOR und CLAUSS, 2008). Der in der Mitte gelegene Futterbrei stellt sich als echogene Masse mit Gaseinschlüssen dar. Der Flüssigkeitssee im ventralen Bereich hat ein echoarmes Aussehen.

4.4.3. Sonographische Befunde am Psalter

Der Psalter stellt sich in den Interkostalräumen 6 bis 11 der rechten Körperseite als halbkugelförmiges Organ dar, wobei nur die dem Schallkopf zugewandte Psalterwand als dicke echogene Linie zu erkennen ist (BLESSING, 2003; BRAUN und BLESSING, 2006). Die dorsale Psaltergrenze verläuft als Ergebnis der kugeligen Psalterform von kranial nach kaudal in Form eines nach dorsal und die ventrale im Gegensatz dazu in Form eines nach ventral geschlossenen Halbkreises. Untersu-

chungen bei 30 gesunden Kühen (BLESSING, 2003; BRAUN und BLESSING, 2006) haben gezeigt, dass die Ausdehnung des Psalters je nach Lokalisation zwischen 16.3 ± 1.5 cm und 56.9 ± 10.0 cm variiert. Sie ist im 9. Interkostalraum am grössten und nimmt von da sowohl nach kranial als auch nach kaudal ab. Im 8. und 9. Interkostalraum liegt der Psalter der Bauchwand meist unmittelbar an. Sonographisch kann normalerweise keine Motorik des Psalters beobachtet werden. Die Psalterblätter können bei gesunden Kühen wegen des intraluminalen Gasgehalts nicht dargestellt werden.

Die Veränderungen von Lage und Ausdehnung des Psalters bei links- und rechtsseitiger Labmagenverlagerung, abomasalem Volvulus, Reticuloperitonitis traumatica, Ileus und reticulo-omasaler Stenose wurden ausführlich beschrieben (BLESSING, 2003; BRAUN et al., 2007). In Einzelfällen können bei kranken Kühen die Psalterblätter dargestellt werden. Dies weist immer auf einen erhöhten Flüssigkeitsgehalt im Psalter hin, der meist durch abomasalen Reflux bedingt ist. In seltenen Fällen von reticulo-omasaler Stenose kann auch Psaltermotorik gesehen werden. Erkrankungen des Psalters selbst kommen selten vor. So wurde bei einer Kuh mit Indigestion eine raumfordernde Masse im Lumen des Psalters gefunden, welche sich histologisch als Leyomyom herausstellte (MOHAMED et al., 2004).

4.4.4. Sonographische Befunde am Labmagen

Die sonographische Untersuchung erlaubt Angaben über Lage und Grösse des Labmagens sowie über die Beschaffenheit des Labmageninhalts. Bei der Ultraschalluntersuchung wird der Labmagen im Unterbauchbereich von der Medianlinie und von paramedian links und rechts untersucht (WILD, 1995; BRAUN et al., 1997a). Der Labmagen ist ca. 10 cm kaudal des Xyphoids darstellbar und liegt zu einem grösseren Teil paramedian rechts als links. Bei der Mehrzahl der Kühe ist er von beiden Seiten und von der Medianlinie aus darstellbar. Oft kann der Labmagen auch unmittelbar kaudal der Haube, eingeklemmt zwischen Pansenvorhof/Pansen und ventrale Bauchwand, dargestellt werden. Die Wand des Labma-

gens ist höchstens als feine echogene Linie zu sehen. Der Labmagen kann jedoch aufgrund seines Futterinhalts, der sich als heterogene, mässig echogene Struktur mit echoreicher Tüpfelung darstellt, eindeutig von den Nachbarorganen unterschieden werden. Gelegentlich sind Teile der Labmagenfalten als echogene Strukturen im Labmageninhalt sichtbar. Oft ist eine langsame Mischbewegung des Futters zu sehen. Der Pylorus ist nur in seltenen Fällen als rundliches, dickwandiges, echogenes Gebilde mit echoarmem Inhalt zu erkennen. Die Veränderungen bei links- und rechtsseitiger Labmagenverlagerung sowie bei Entleerungsstörungen des Labmagens wurden bei Kühen ausführlich beschrieben (BRAUN et al., 1997b; BRAUN, 2004; WITTEK et al., 2004; BRAUN und FELLER, 2008a).

Sonographische Untersuchungen am Labmagen von Kälbern

Beim milchtrinkenden Kalb dehnt sich der Labmagen nach der Milchaufnahme massiv aus (PADEL-GSCHWIND und STOCKER, 2004). Die Ausdehnung erfolgt nach kaudal und lateral und wenig nach dorsal, und der Labmagen erstreckt sich vom Zwerchfell bis zum fünften Lendenwirbel (WITTEK et al., 2005a). Je nach Autor wird die Grössenzunahme als symmetrisch (WITTEK et al., 2005a) oder eher als linkslastig beschrieben (LAGERLÖF, 1929). Die Ausdehnung des Labmagens nach dem Tränken stellt eine wichtige Grösse dar, damit normale von pathogenen Zuständen, zum Beispiel bei einer Verlagerung, differenziert werden können (WITTEK et al., 2005a). Das Volumen des Labmagens ist bei Labmagentympanie, linksseitiger Labmagenverlagerung, rechtsseitiger Labmagenverlagerung mit und ohne Torsion und bei Dünndarmileus vergrössert. Die Entleerungsrate und das Aussehen des Inhalts der Tränkeflüssigkeit wurden beschrieben (WITTEK et al., 2005a). Holstein-Friesian-Kälber wiesen vor dem Tränken ein Labmagenvolumen von durchschnittlich 62 ml und eine ventrale Fläche von 27 cm² auf (WITTEK et al., 2005a). Zwischen dem Volumen des Labmagens und der verabreichten Milchmenge bestand eine lineare Beziehung. Das Volumen des Labmagens besteht aus dem Volumen vor dem Tränken, dem Tränkevolumen und

den sekretorischen Komponenten der Speichel- und Labmagendrüssen. Abgezogen werden muss von dieser Summe das im Zeitpunkt der Messung erfolgte Entleerungsvolumen des Labmagens (WITTEK et al., 2005a). Während dem Tränken kommt es infolge Labmagenfüllung zu einer Rechts- und Dorsalverlagerung des Pylorus (LISCHER, 1991; PADEL-GSCHWIND und STOCKER, 2004). Nach dem Tränken kann im Zusammenhang mit der Lage- und Grössenveränderung des Labmagens eine gesteigerte Darmmotorik beobachtet werden (RUCKEBUSCH, 1983).

Sonographische Befunde bei der Milchgerinnung

Die Milchgerinnung im Labmagen nach Verabreichung von unterschiedlichen Tränkelösungen wurde von MIYAZAKI et al. (2007) beschrieben. Sonographisch stellt sich geronnene Milch als echogene Masse mit klarer Grenze zur anechogenen Molkeflüssigkeit dar. Bereits 30 Minuten nach dem Tränken können im Labmagen kleine Gerinnungsklumpen gesehen werden. Diese stellen sich als feste und hyperechogene Bestandteile dar. Am besten kann die Gerinnung sonographisch ein bis zwei Stunden nach dem Tränken dargestellt werden, da das Ausmass des Gerinnungsklumpens zu diesem Zeitpunkt am grössten ist und dieser von der umgebenden Flüssigkeit am besten abgegrenzt werden kann (MIYAZAKI et al., 2007). Der Gerinnungsklumpen befindet sich auf dem Boden des Labmagens und stellt sich sonographisch als hyperechogene Masse dar. Nach 4 Stunden sind die geronnenen Milchkomponenten wieder sehr klein geworden. Je nach verabreichter Tränkelösung kann sonographisch keine oder nur eine minimale Gerinnung festgestellt werden. Die nichtgeronnene Tränkelösung stellt sich 30 Minuten nach der Verabreichung anechogen dar. Zwischen ein und vier Stunden nach dem Tränken wird der Labmageninhalt gleichmässig echogener, danach wieder anechogen.

5. MATERIAL UND METHODIK

5.1. Untersuchte Tiergruppen

Die Untersuchungen wurden an drei Tiergruppen durchgeführt. Bei den Kälbern der Gruppe A wurden die sonographischen Befunde an Haube, Pansen, Psalter und Labmagen vor, während und nach dem Tränken mit Milch beschrieben. Bei den Kälbern der Gruppe B wurde die sonographische Untersuchung vor, während und nach der Heufütterung durchgeführt. Bei der Gruppe C handelte es sich um Pansentrinker-Kälber, die vor, während und nach dem Tränken sonographisch untersucht wurden.

5.1.1. Gruppe A

Die Tiergruppe bestand aus 10 gesunden milchtrinkenden Kälbern im Alter zwischen 16 und 33 Tagen (21.7 ± 5.21 Tage). Bei 7 Kälbern handelte es sich um Gebrauchskreuzungen zwischen Braunvieh und Limousin oder Angus, 2 Kälber gehörten der Schweizer Braunviehrasse und ein Kalb der Schweizer Fleckviehrasse an. Das durchschnittliche Körpergewicht der Tiere lag zwischen 52 und 67 kg (58.3 ± 4.76 kg). Die zuvor durchgeführte klinische Untersuchung und die hämatologische und biochemische Blutuntersuchung hatten keine krankhaften Befunde ergeben. Für die Gruppe A wurden nur Kälber verwendet, die keine Hinweise auf Pansentrinken zeigten und deren Schwingauskultation beidseits negativ war.

5.1.2. Gruppe B

Die Tiergruppe B bestand aus 10 gesunden Kälbern, die von der Milch abgesetzt waren und seit mindestens 4 Wochen ausschliesslich mit Heu und Kälberaufzuchtfutter gefüttert wurden. Sechs Kälber gehörten der Schweizer Fleckviehrasse und vier Kälber der Schweizer Braunviehrasse an. Die Tiere waren zwischen 87 und 90 Tage (89.5 ± 1.08 Tage) alt. Das Körpergewicht lag zwischen 100 und 129 kg (116.7 ± 9.52 kg).

Die zuvor durchgeführte klinische Untersuchung und die hämatologische und biochemische Blutuntersuchung hatten keine krankhaften Befunde ergeben.

5.1.3. Gruppe C

Die Tiergruppe C bestand aus 10 Kälbern, die als Patienten in der Klinik eingeliefert wurden und bei denen die Diagnose Pansentrinker gestellt worden war. Daneben wiesen alle Kälber weitere Krankheiten wie Enteritis (8 Kälber) und Bronchopneumonie (2 Kälber) auf. Vier Kälber gehörten der Schweizer Braunviehrasse an, vier waren Gebrauchskreuzungen und bei je einem Kalb handelte es sich um Tiere der Schweizer Fleckvieh- und der Jerseyrasse. Das Alter lag zwischen 13 und 90 Tagen (31.7 ± 24.12 Tage) und das Körpergewicht zwischen 39 und 92 kg (60.2 ± 16.80 kg). Bei allen Kälbern war die Schwingauskultation links positiv und der Pansensaft wies eine milchige Beschaffenheit und einen säuerlichen Geruch auf. Der pH-Wert des Pansensafts lag zwischen 3.5 und 8.0 (5.5 ± 1.49).

5.2. Klinische Voruntersuchung

Die Kälber wurden nach der Einlieferung ins Tierspital klinisch untersucht, um sicherzustellen, dass die Gruppen A und B klinisch gesund waren und dass es sich bei der Gruppe C um Pansentrinker handelte. Dazu gehörten die Beurteilung von Allgemeinbefinden, Temperatur, Herz- und Atemfrequenz sowie die Auskultation von Lunge, Pansen und Darm. Bei jedem Kalb wurden eine Blutprobe (12 ml Heparinblut, 5 ml EDTA-Blut), eine Harnprobe (Spontanharn), eine Pansensaftprobe (mittels Nasenschlundsonde aus Plastik, 0.9 x 210 cm, Provet AG, Lyssach, BE) und eine Kotprobe entnommen.

5.2.1. Untersuchung der Blutproben

Bei jedem Kalb erfolgte eine einmalige Untersuchung von Hämatokrit, Hämoglobin, Erythrozytenzahl, Leukozytenzahl, Plasmaprotein, Fibrinogen, Harnstoff, Bilirubin, Kalzium, Magnesium, anorganischem Phosphat, Kalium, Natrium und

Chlorid. Darüber hinaus wurden eine Bestimmung der Aktivitäten der Enzyme Glutamat-Dehydrogenase, Aspartat-Amino-Transferase, γ -Glutamyl-Transferase, Sorbit-Dehydrogenase und Kreatin-Kinase sowie eine venöse Blutgasanalyse durchgeführt.

5.2.2. Untersuchung der Harnproben

Nach der adspektorischen Beurteilung von Farbe und Transparenz erfolgte die Bestimmung des spezifischen Gewichts mit einem Handrefraktometer. Zusätzlich wurden mit einem Harnteststreifen (Combur Test[®], Roche Pharma AG, Grenzach, Deutschland) der pH-Wert sowie das Vorkommen und der Gehalt an Leukozyten, Erythrozyten, Hämoglobin, Nitrit, Urobilinogen, Bilirubin, Glukose, Keton- und Eiweisskörpern bestimmt.

5.2.3. Untersuchung von Pansensaft

Der Pansensaft wurde in Bezug auf Farbe, Geruch und Konsistenz beurteilt. Darüber hinaus wurde der pH-Wert gemessen (pH-Universalindikatorstreifen, Merck AG, Zug) und es wurde eine Chloridbestimmung durchgeführt (coulometrische Titration).

5.3. Methodik der sonographischen Untersuchung

5.3.1. Sonographisch untersuchte Organe

Die Ultraschalluntersuchung umfasste Haube, Pansen, Psalter und Labmagen.

5.3.2. Vorbereitung der Kälber

Die Kälber wurden auf der gesamten linken und rechten Körperseite sowie am Unterbauch geschoren. Das ausgeschorene Feld war kranial durch das Ellbogengelenk und kaudal durch den Hüfthöcker begrenzt. Dorsal reichte das Feld bis auf die Höhe der Querfortsätze der Brust- und Lendenwirbel, ventral bis zur Linea al-

ba. Vor der eigentlichen Untersuchung wurde die geschorene Körperoberfläche mit Alkohol entfettet und es wurde Kontaktgel auf die Haut aufgetragen.

5.3.3. Ultraschallgerät und Videorecorder

Die Ultraschalluntersuchungen erfolgten mit einem Realtime-Scanner (EUB 8500, Hitachi Medical Systems, Zug) und einem 5.0-MHz-Linearschallkopf (Typ EUP L53). Das Ultraschallgerät wurde mit einem Videorecorder (Panasonic DVC Pro digital, Osaka, Japan) verbunden, um die sonographischen Befunde an Haube, Pansen, Psalter und Labmagen vor, während und nach der Milch- bzw. Futteraufnahme auf Video aufzuzeichnen.

5.3.4. Ablauf der sonographischen Untersuchungen

Gruppe A

Haube, Pansen, Psalter und Labmagen wurden vor, während und nach der Milchaufnahme (15, 30 und 120 Minuten danach) sonographisch untersucht. Im Einzelnen wurden die folgenden Untersuchungen durchgeführt:

- Tag 1: Untersuchung von Haube, Pansen, Psalter und Labmagen vor der Milchaufnahme
- Tag 2: Untersuchung der Haube während der Milchaufnahme sowie 15 und 30 Minuten später
- Tag 3: Untersuchung des Pansens während der Milchaufnahme sowie 15 und 30 Minuten später
- Tag 4: Untersuchung des Psalters während der Milchaufnahme sowie 15 und 30 Minuten später
- Tag 5: Untersuchung des Labmagens während der Milchaufnahme sowie 15 und 30 Minuten später
- Tag 6: Untersuchung von Haube, Pansen, Psalter und Labmagen 2 Stunden nach der Milchaufnahme.

Gruppe B

Haube, Pansen, Psalter und Labmagen wurden vor, während und 2 Stunden nach der Heufütterung sonographisch untersucht. Im Einzelnen wurden die folgenden Untersuchungen durchgeführt:

- Tag 1: Untersuchung von Haube, Pansen, Psalter und Labmagen vor der Heufütterung
- Tag 2: Untersuchung von Haube, Pansen, Psalter und Labmagen während der Heufütterung
- Tag 3: Untersuchung von Haube, Pansen, Psalter und Labmagen 2 Stunden nach der Heufütterung.

Gruppe C

Haube, Pansen, Psalter und Labmagen wurden vor, während und 15 Minuten nach der Milchaufnahme sonographisch untersucht. Im Einzelnen wurden die folgenden Untersuchungen durchgeführt:

- Tag 1, morgens: Untersuchung von Haube, Pansen, Psalter und Labmagen vor der Milchaufnahme. Nach Diagnosestellung zusätzlich Untersuchung der Haube während der Milchaufnahme sowie 15 Minuten später
- Tag 1, nachmittags: Untersuchung des Pansens während der Milchaufnahme sowie 15 Minuten später
- Tag 2, vormittags: Untersuchung des Psalters während der Milchaufnahme sowie 15 Minuten später
- Tag 2, nachmittags: Untersuchung des Labmagens während der Milchaufnahme sowie 15 Minuten später.

5.3.5. Sonographische Untersuchung der Haube

Die Haube wurde links paramedian oder in der Medianen untersucht. Die Sonde wurde parallel zur Längsachse des Tieres gehalten, so dass die Haubenspitze sichtbar und dahinter der Labmagen oder der Pansenvorhof zu sehen waren. Beurteilt wurden Form, Kontur, Wand, Wanddicke und Inhalt der Haube. Die Haubenmotorik wurde während 9 Minuten vor, 4 Minuten während und 4 Minuten nach der Milch- bzw. Futteraufnahme für die spätere Auswertung auf Video aufgezeichnet.

5.3.5.1. Tränken der Kälber im Rahmen der Ultraschalluntersuchung

Die Kälber wurden vor dem Tränkeversuch 10 Stunden gefastet. Bei den Kälbern der Gruppen A und C erfolgte die Untersuchung der Haube während der Milchaufnahme einige Sekunden vor dem Anbieten des Saugers über 4 Minuten. Den Kälbern wurden durchschnittlich 2 Liter Milch geben, die vorher auf 39.0 °C erwärmt wurde. Die Milch wurde aus einem 10-Liter-Eimer angeboten. Die Milchaufnahme erfolgte über einen Sauger, welcher derart mit einem Schlauch und Sauger verbunden war, dass die Milch mit kräftigen Saugbewegungen vom Boden des Gefäßes angesaugt werden musste (Kälbersauger, Etro einfach, Landi-Agrar, Landi Bachtel, 8635 Dürnten).

5.3.5.2. Fütterung der Kälber im Rahmen der Ultraschalluntersuchung

Die Kälber der Gruppe B wurden vor dem Fütterungsversuch 10 Stunden gefastet. Den Kälbern wurden während der Untersuchung Heu, Grassilage und Kälberwürfel zur freien Auswahl angeboten.

5.3.5.3. Auswertung der Videoaufnahmen

Nach Abschluss der sonographischen Untersuchungen wurden die Videoaufzeichnungen aller Kälber ausgewertet. Dies erfolgte wie früher für das Rind beschrieben (GÖTZ, 1992; BRAUN und GÖTZ, 1994; RAUCH, 2008; BRAUN und RAUCH, 2008b). In jeder 9- bzw. 4-minütigen Untersuchungsphase wurden die

Anzahl der Haubenkontraktionen gezählt und die Dauer der Pausenintervalle zwischen den einzelnen Kontraktionen wurde mittels Stoppuhr gemessen. Bei jeweils einer biphasischen Kontraktion wurde die Dauer der ersten und zweiten Haubenkontraktion ebenfalls mit Hilfe einer Stoppuhr ermittelt. Als Dauer der ersten Haubenkontraktion wurde dabei die Zeit vom Beginn der im Ultraschall sichtbaren ersten Kontraktionsbewegung der Haube bis zum Ende ihrer unvollständigen Erschlaffung bezeichnet. Die direkt darauf folgende zweite Haubenkontraktion begann unmittelbar nach der ersten unvollständigen Erschlaffung und endete mit der Rückkehr der Haube in ihre Ausgangslage. Weiterhin wurden die Kontraktionsstrecken der ersten und zweiten Haubenkontraktion sowie der Abstand der Haube von ihrer Ausgangslage nach der ersten Haubenkontraktion mittels eines in Kontraktionsrichtung angelegten elektronischen Lineals bestimmt. Während der ersten Haubenkontraktion wurde die für die ausgemessene Strecke benötigte Zeit gestoppt und daraus die im Ultraschall sichtbare mittlere Geschwindigkeit der ersten Kontraktion berechnet.

5.3.6. Sonographische Untersuchung des Pansens

5.3.6.1. Ermittlung des halben Bauchumfanges

Zuerst wurde in jedem Interkostalraum der halbe Bauchumfang mit Hilfe eines Messbandes bestimmt, um die Pansengrösse in Relation zum halben Bauchumfang zu setzen.

5.3.6.2. Sonographische Untersuchung des Pansens

Die Untersuchung des Pansens erfolgte beidseits in den Interkostalräumen 7 bis 12 sowie in beiden Flanken. Dazu wurden die genannten Interkostalräume und die Flanken von dorsal nach ventral mit parallel zu den Rippen gehaltenem Schallkopf untersucht. Beurteilt wurden die Lage im Abdomen, die Darstellbarkeit von Pansenvorhof, dorsalem und ventralem Pansensack sowie die Pansenwand und der Panseninhalt. Der Panseninhalt wurde an drei Stellen, d. h. im Bereich des dorsa-

len Pansensacks, der Pansenfurche und des ventralen Pansensacks beurteilt. Die dorsale und ventrale Pansengrenze wurde, analog wie bei der Ziege beschrieben (JACQUAT, 2010), durch Messen der Distanz vom dorsalen und vom ventralen Pansenrand zur Mittellinie des Rückens ermittelt. Die Pansenausdehnung wurde durch Subtraktion der dorsalen von der ventralen Pansengrenze berechnet. Die Lage der Pansenfurche wurde ebenfalls auf die Rückenmitte bezogen. Die Ausdehnung des dorsalen Pansensacks reichte von der dorsalen Begrenzung des Pansens bis zur Pansenfurche und diejenige des ventralen Pansensacks von der Pansenfurche bis zur ventralen Grenze des Pansens. Die Dicke der Pansenwand wurde im Bereich des dorsalen Pansensacks, der Pansenfurche und des ventralen Pansensacks mit Hilfe der elektronischen Cursormarken bestimmt. Anschliessend erfolgten die Messungen der Abstände des Pansens von der Bauchwand in der Flanke und in sämtlichen Interkostalräumen. Die Abstände wurden jeweils an der dorsalen und ventralen Pansengrenze mit Hilfe der elektronischen Cursormarken bestimmt.

5.3.6.3. Untersuchung des Pansens während und nach der Milch- bzw. der Heuaufnahme

Während und nach der Milchaufnahme bzw. der Fütterung wurde der Pansen ausschliesslich in der linken Flanke untersucht. Den Kälbern der Gruppen A und C wurde Milch angeboten und den Kälbern der Gruppe B wurden Heu, Grassilage und Kälberwürfel zur Auswahl zur Verfügung gestellt. Die sonographischen Befunde am Pansen wurden über 4 Minuten nach der Milch- bzw. Futteraufnahme für die spätere Auswertung auf Video aufgezeichnet.

5.3.7. Sonographische Untersuchung des Psalters

Die Interkostalräume der rechten Körperseite wurden von kaudal nach kranial und von dorsal nach ventral mit parallel zu den Rippen gehaltenem Schallkopf untersucht. Dabei wurde auf die Darstellbarkeit der Psalterwand und der Psalterblätter

geachtet und darauf, ob sich der Psalter kontrahierte und ob Psalterinhalt dargestellt werden konnte. Zudem wurde die Wanddicke des Psalters mit Hilfe der elektronischen Cursormarken bestimmt. Um Aufschluss über die Lage und Grösse des Psalters zu erhalten, wurden die dorsale und ventrale Psaltergrenze sowie die Ausdehnung des Psalters analog wie beim Pansen bestimmt. Durch Subtraktion der dorsalen von der ventralen Psaltergrenze wurde die Psalterausdehnung berechnet. In jedem Interkostalraum wurde zudem festgehalten, wie weit der Psalter von der Bauchwand entfernt war. Dazu wurden die Abstände zwischen dem Dorsalrand des Psalters und der Bauchwand, zwischen dem Ventralrand des Psalters und der Bauchwand und zwischen dem der Bauchwand am nächsten liegenden Punkt des Psalters und der Bauchwand bestimmt. Für jede Messung wurde das sonographische Bild auf dem Bildschirm eingefroren. Dann wurde die Distanz vom jeweiligen Psalterpunkt bis zum Peritoneum der Bauchwand mit Hilfe der beiden Cursormarken ermittelt.

5.3.7.1. Untersuchung des Psalters während und nach der Milch- bzw. der Heuaufnahme

Während und nach der Milch- bzw. Futteraufnahme wurde der Psalter ebenfalls im Bereich der rechten rippengestützten Bauchwand untersucht. Dazu wurde den Kälbern der Gruppen A und C Milch und denjenigen der Gruppe B Heu, Grassilage und Kälberwürfel angeboten. Die sonographischen Befunde am Psalter wurden über 4 Minuten nach der Milch- bzw. Futteraufnahme für die spätere Auswertung auf Video aufgezeichnet.

5.3.8. Sonographische Untersuchung des Labmagens

5.3.8.1. Subjektive Beurteilung

Zur Darstellung des Labmagens wurden beidseits die Interkostalräume 7 bis 12 sowie der ventrale Flankenbereich von dorsal nach ventral mit parallel zu den Rippen gehaltenem Schallkopf untersucht. Beurteilt wurden Lage und Ausdeh-

nung des Labmagens sowie die Darstellbarkeit von Labmagenwand, -falten und -inhalt. Zudem wurde die Dicke der Labmagenwand mit Hilfe der elektronischen Cursormarken bestimmt. Die Lage der dorsalen und ventralen Labmagenengrenze wurde auf die Mittellinie des Rückens bezogen. So wurde die dorsale Labmagenengrenze durch Messen der Distanz vom dorsalen Labmagenrand zur Mittellinie des Rückens bestimmt. In derselben Art und Weise wurde auch die ventrale Labmagenengrenze bestimmt. Durch Subtraktion der dorsalen von der ventralen Labmagenengrenze wurde die Labmagenausdehnung links und rechts berechnet. In der Medianen wurden einerseits der Abstand vom Xyphoid bis zum kranialen Labmagenende und andererseits die Labmagenlänge gemessen. Die Abstände zur Bauchwand wurden zwischen dem Dorsal- bzw. Ventralrand des Labmagens und der Bauchwand mit Hilfe der beiden Cursormarken bestimmt.

Zeitpunkt der Untersuchungen

Die Untersuchungen am Labmagen erfolgten vor dem Tränken mit Milch- bzw. vor der Heufütterung nach vorangegangenem 10-stündigem Fasten. Während der Milch- bzw. der Heufütterung wurden 4-minütige Videos für die spätere Auswertung aufgezeichnet. Bei den Kälbern der Gruppe A wurden die Messungen auch unmittelbar nach dem Tränken durchgeführt.

5.3.8.1.1. Milchgerinnung

Das Auftreten der Milchgerinnung wurde nach früher beschriebenen Kriterien (WITTEK et al., 2005a; MIYAZAKI et al., 2007) beurteilt. Festgehalten wurden die Grösse und das Auftreten fester Bestandteile im Verhältnis zur Flüssigkeit. Die Grösseneinteilung erfolgte in drei Gruppen: 0.50 bis 1.00 cm, 1.01 bis 5.00 cm und über 5.00 cm. Im Weiteren wurde das Verhältnis der festen Bestandteile zur bestehenden Flüssigkeit ebenfalls in 3 Gruppen wie folgt festgehalten: Hauptsächlich flüssig, flüssiges und festes Material in gleichen Mengen, hauptsächlich festes Material.

5.4. Statistik

Die statistischen Berechnungen der Mittelwerte, Standardabweichungen und Häufigkeitsverteilungen erfolgten mit Hilfe des Programms STATA 10 (StataCorp LP, Collage Station, Texas, USA, 2009). Um zu überprüfen, ob signifikante Unterschiede bestanden, wurde eine Varianzanalyse (ANOVA) mit wiederholten Messungen durchgeführt. Zu vergleichende Mittelwerte wurden mit Hilfe des gepaarten t-Tests analysiert. Für die Gegenüberstellung der Werte der 3 Gruppen wurde ein Bonferroni-Test durchgeführt. Die Signifikanzgrenzen wurden mit $P < 0.05$ und $P < 0.01$ gewählt.

5.5. Zusammenarbeit mit anderen Instituten und Abteilungen der Universität Zürich

Am Zustandekommen der vorliegenden Arbeit waren neben der Klinik für Wiederkäuer (Prof. Dr. Dr. h. c. U. Braun) die folgenden Institutionen der Vetsuisse-Fakultät der Universität Zürich beteiligt:

- Veterinärmedizinisches Labor (Prof. Dr. H. Lutz): Hämatologische und blutchemische Untersuchung und Pansensaftuntersuchung
- Abteilung für Bestandesmedizin (Prof. Dr. M. Hässig): Hilfe bei der statistischen Auswertung der Ergebnisse.

5.6. Tierversuchsbewilligung

Für die Untersuchungen lag eine Tierversuchsbewilligung (37-2008) des Kantonalen Veterinäramtes Zürich vor.

6. ERGEBNISSE

6.1. Klinische Befunde

6.1.1. Gruppe A

Die klinische Untersuchung der Kälber der Gruppe A ergab keine Hinweise auf eine Erkrankung des Magen-Darm-Trakts. Rektale Temperatur, Herz- und Atemfrequenz waren normal (Anhang 1). Die Schwing- und Perkussionsauskultation waren beidseits negativ und der Kot war von normaler Konsistenz.

6.1.2. Gruppe B

Die klinische Untersuchung der Kälber der Gruppe B ergab keine Hinweise auf eine Erkrankung des Magen-Darm-Trakts. Rektale Temperatur, Herz- und Atemfrequenz waren normal (Anhang 1). Die Schwing- und Perkussionsauskultation waren beidseits negativ und der Kot war von normaler Konsistenz.

6.1.3. Gruppe C

Allgemeine klinische Untersuchung

Das Allgemeinbefinden war bei je 5 Kälbern leicht- bzw. mittelgradig gestört. Zwei Kälber knirschten während der Untersuchung mehrmals mit den Zähnen. Bei 2 Tieren war das Haarkleid hinten stark mit Kot verschmutzt und zwei Kälber wiesen im Anusbereich haarlose Stellen auf. Die Sauglust war bei 2 Kälbern unauffällig, bei 5 Kälbern reduziert und bei 3 Kälbern aufgehoben. Der Ernährungszustand war bei 7 Kälbern mässig. Die rektale Temperatur variierte zwischen 36.8 und 39.7 °C (38.6 ± 0.88 °C) (Anhang 1). Die Körperoberflächentemperatur war bei einem Kalb erniedrigt und 4 Kälber hatten kühle Ohren. Alle Kälber wiesen einen reduzierten Hautturgor und 8 Tiere ein kühles und trockenes Flotzmaul auf.

Herzkreislaufsystem und Atemapparat

Die Herzfrequenz lag zwischen 60 und 120 Schlägen pro Minute (93.6 ± 17.81 Schläge pro Minute). Die Skleralgefäße waren bei 6 Kälbern injiziert und die Farbe der Schleimhäute war bei 7 Kälbern blassrosa. Die Atemfrequenz lag bei durchschnittlich 29.6 ± 7.82 Atemzügen pro Minute. Bei 5 Tieren war ein verschärftes Vesikuläratmen hörbar. Der Atemtyp war bei 7 Tieren kostoabdominal und bei 3 Tieren abdominal betont.

Magendarmtrakt

Bei keinem Kalb konnte während 2 Minuten eine Pansenkontraktion festgestellt werden. Die Pansenfüllung war bei 8 Kälbern reduziert und bei einem Kalb tympanisch, und bei 9 Kälbern war keine Pansenschichtung fühlbar. Die Schwingauskultation war links bei allen 10 Kälbern positiv und bei 3 Kälbern zusätzlich auch rechts. Bei einem Kalb war links die Perkussionsauskultation positiv. Die Darmperistaltik war bei einem Kalb glucksend und bei 6 Kälbern leise. Bei 4 Kälbern war die Bauchdecke gespannt. Der Kot war bei 4 Kälbern wässrig und bei 4 Kälbern dünnbreiig. Bei 5 Kälbern war er schleimhaltig und bei 9 Kälbern übel riechend.

6.1.4. Hämatologische und biochemische Blutbefunde

Die Blutbefunde der 3 Gruppen sind in den Anhängen 2 bis 4 dargestellt. Die Kälber der Gruppe C (Pansentrinker) wiesen als wichtigste abnorme Befunde eine Leukozytose ($17.5 \pm 10.99 \times 10^3$ Leukozyten/ μ l Blut), eine erhöhte Fibrinogenkonzentration (7.8 ± 4.80 g/l), eine Azotämie (Harnstoff 14.1 ± 16.69 mmol/l) und eine metabolische Azidose mit einem Blut-pH-Wert von 7.2 ± 0.17 und einer Basenabweichung von -10.3 ± 11.22 mmol/l auf.

6.1.5. Harnbefunde

Bei allen Kälbern war der Harn von gelber Farbe und klarer Transparenz (Anhang 5). Die Untersuchung mit Hilfe des Harnteststreifens auf Leukozyten, Nitrit, Bilirubin und Ketonkörper war bei allen Kälbern negativ. Bei einem Pansentrinker-Kalb war der Glukosegehalt leichtgradig erhöht. Der Urobilinogengehalt lag bei allen Kälbern in der Norm. Von den 10 Pansentrinker-Kälbern wiesen 5 Kälber Eiweiss- und 4 Kälber kontaminationsbedingt Blutspuren im Harn auf, da all diese Kälber unter Durchfall litten.

6.1.6. Pansensaftbefunde

Die Kälber der Gruppe A und der Gruppe C wiesen einen gräulichen oder milchigen Pansensaft auf, während derjenige der Gruppe B die für adulte Rinder typische olive Farbe zeigte (Anhang 6). Bei 8 Kälbern der Gruppe C war der Geruch säuerlich. Während die pH-Werte der Gruppen A und B im neutralen oder leicht alkalischen Bereich lagen, wiesen die Kälber der Gruppe C mit 5.5 ± 1.49 einen sauren pH-Wert im Pansensaft auf (Differenz zu den Gruppen A und B: $P < 0.01$). Die Pansenchloridkonzentration der Gruppe A lag bei 62.3 ± 19.88 mmol/l, diejenige der Gruppe B bei 13.2 ± 4.63 mmol/l und diejenige der Gruppe C bei 51.7 ± 16.70 mmol/l (Differenzen A und B: $P < 0.01$, C und B: $P < 0.01$).

6.2. Sonographische Befunde an der Haube

6.2.1. Sonographische Befunde an der Haube der Gruppe A

6.2.1.1. Haube der Gruppe A vor der Milchaufnahme

Die Haube konnte links bei 7 Kälbern dargestellt werden. Bei 3 Kälbern war die Haube nicht sichtbar. Die Haubenwand stellte sich wie beim adulten Rind als echogene Linie dar (GÖTZ, 1992; BRAUN und GÖTZ, 1994; RAUCH, 2008). Die einzelnen Schichten konnten nicht voneinander differenziert werden. Die Kontur der Haubenwand war bei allen Tieren glatt. Die Haubenleisten waren nur bei einem Kalb andeutungsweise erkennbar. Der Haubeninhalt war wegen seiner

gasigen Beschaffenheit nicht darstellbar. Die Haube kontrahierte sich stets biphasisch in der beim adulten Rind beschriebenen Art und Weise (GÖTZ, 1992; BRAUN und GÖTZ, 1994; RAUCH, 2008). Während der zweiten Kontraktion verschwand die Haube aus dem Sichtfeld des Untersuchers. Die Haube wies in 9 Minuten 8.4 ± 1.77 Kontraktionen bzw. 0.9 ± 0.19 Kontraktionen pro Minute auf (Tab. 1). Die Dauer der ersten Kontraktion variierte zwischen 1.0 und 5.0 Sekunden, die der zweiten zwischen 1.1 und 14.2 Sekunden. Die maximale Kontraktionsstrecke der ersten Haubenkontraktion schwankte zwischen 0.7 und 5.0 cm. Nach unvollständiger Erschlaffung war die Haube noch 0.0 bis 4.3 cm von ihrer Ausgangslage entfernt. Die maximale Kontraktionsstrecke der zweiten Kontraktion konnte bei keinem Kalb gemessen werden. Die durchschnittliche Kontraktionsgeschwindigkeit der ersten Haubenkontraktion betrug 1.7 ± 0.75 cm/s. Die Zeit zwischen 2 biphasischen Kontraktionen lag zwischen 2.9 und 145.0 Sekunden. Kranial der Haube war bei allen Tieren die Lunge sichtbar. Die Lunge bewegte sich immer atemsynchron. Kaudal der Haube befand sich der Labmagen und bei 2 Tieren konnte der Pansenvorhof gesehen werden.

6.2.1.2. Haube der Gruppe A während der Milchaufnahme

Während der Milchaufnahme konnte die Haube bei keinem Kalb beurteilt werden, da sie durch die Ausdehnung des Labmagens infolge der einströmenden Milch nach kranial und dorsal verlagert wurde und unter der Lunge verschwand.

6.2.1.3. Haube der Gruppe A nach der Milchaufnahme

Zu den Zeitpunkten 15 und 30 Minuten nach der Milchaufnahme konnte die Haube bei keinem Kalb dargestellt werden. Zwei Stunden nach der Milchaufnahme konnte sie bei 5 Kälbern wieder beurteilt werden. Ihre Darstellbarkeit war allerdings schlecht. Der Inhalt und die Form stellten sich gleich dar wie vor der Milchaufnahme. Die Haube kontrahierte sich in 9 Minuten 8.6 ± 4.02 bzw. 1.0 ± 0.45 Mal pro Minute (Tab. 2). Die Dauer der ersten Kontraktion variierte zwischen 2.1

und 4.0 Sekunden, diejenige der zweiten zwischen 2.0 und 10.0 Sekunden. Die maximale Kontraktionsstrecke der ersten Haubenkontraktion schwankte zwischen 2.2 und 6.8 cm. Nach unvollständiger Erschlaffung war die Haube noch 0.0 bis 3.8 cm von ihrer Ausgangslage entfernt. Die maximale Kontraktionsstrecke der zweiten Kontraktion konnte nur bei einem Kalb einmal gemessen werden, da sie bei den restlichen Kälbern entweder grösser als die Eindringtiefe des Schallkopfs war oder die Haube hinter der Lunge verschwand. Die durchschnittliche Kontraktionsgeschwindigkeit der ersten Haubenkontraktion betrug 1.7 ± 0.49 cm/s. Die Zeit zwischen 2 biphasischen Kontraktionen lag zwischen 31.1 und 105.1 Sekunden.

6.2.2 Sonographische Befunde an der Haube der Gruppe B

6.2.2.1. Haube der Gruppe B vor der Heuaufnahme

Die Haube konnte links paramedian bei allen Kälbern gut dargestellt werden (Abb. 1). Die Haubenwand stellte sich als echogene Linie dar. Die einzelnen Schichten konnten nicht erkannt werden. Die Kontur der Haubenwand war bei allen Tieren glatt. Die Anzahl der Haubenkontraktionen betrug in 9 Minuten 11.1 ± 1.85 Kontraktionen bzw. 1.2 ± 0.20 Kontraktionen pro Minute (Tab. 1). Die Dauer der ersten Kontraktion variierte zwischen 1.1 und 5.0 Sekunden, die der zweiten zwischen 2.1 und 7.9 Sekunden. Die maximale Kontraktionsstrecke der ersten Haubenkontraktion schwankte zwischen 3.3 und 7.4 cm. Nach unvollständiger Erschlaffung war die Haube 1.0 bis 5.4 cm von ihrer Ausgangslage entfernt. Die maximale Kontraktionsstrecke der zweiten Kontraktion konnte bei keinem Kalb gemessen werden. Die durchschnittliche Kontraktionsgeschwindigkeit der ersten Haubenkontraktion betrug 3.5 ± 1.42 cm/s. Die Zeit zwischen 2 biphasischen Kontraktionen lag zwischen 21.0 und 70.0 Sekunden. Der Haubeninhalt war wegen seiner gasigen Beschaffenheit nicht zu sehen. Die Haubenleisten waren nur bei 7 Kälbern erkennbar. Kranial der Haube war bei allen Tieren die Lunge sichtbar, welche sich atemsynchron bewegte. Kaudal der Haube war entweder der Labmagen oder der Pansenvorhof zu sehen.

Tab. 1: Sonographische Beurteilung der Haubenmotorik bei 26 Kälbern vor der Milch- bzw. Futteraufnahme ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

Parameter	Gruppe A	Gruppe B	Gruppe C
n	8	10	8
Anzahl Kontraktionen in 9 Minuten	8.4 \pm 1.77 (5.0 – 10.0)	11.1 \pm 1.85 (8.0 – 13.0)	9.4 \pm 3.46 (6.0 – 17.0)
Anzahl Kontraktionen pro Minute	0.9 \pm 0.19 (0.6 – 1.1)	1.2 \pm 0.20 (0.9 – 1.4)	1.0 \pm 0.38 (0.7 – 1.9)
Dauer der 1. Kontraktion (s)	2.4 \pm 0.81 (1.0 – 5.0)	2.5 \pm 0.59 (1.1 – 5.0)	3.0 \pm 0.76 ¹ (1.8 – 6.9)
Dauer der 2. Kontraktion (s)	4.9 \pm 2.40 (1.1 – 14.2)	3.9 \pm 1.27 ² (2.1 – 7.9)	4.9 \pm 1.44 (2.0 – 9.0)
Dauer der gesamten Kontraktion (s)	7.3 \pm 2.79 (2.9 – 17.0)	6.3 \pm 1.44 (2.1 – 10.0)	7.9 \pm 2.06 (4.0 – 16.0)
Kontraktionsstrecke 1. Kontraktion (cm)	2.7 \pm 1.34 (0.7 – 5.0)	5.2 \pm 1.06 ² (3.3 – 7.4)	3.6 \pm 1.07 (1.5 – 5.1)
Entfernung nach 1. Kontraktion (cm)	1.5 \pm 1.07 (0.0 – 4.3)	3.2 \pm 0.98 ³ (1.0 – 5.4)	1.5 \pm 0.96 (0.0 – 4.0)
Geschwindigkeit 1. Kontraktion (cm/s)	1.7 \pm 0.75 (1.0 – 2.9)	3.5 \pm 1.42 ⁴ (1.9 – 7.1)	2.4 \pm 0.63 (1.3 – 3.1)
Pausenintervall (s)	53.8 \pm 24.59 (2.9 – 145.0)	41.1 \pm 10.16 (21.0 – 70.0)	45.9 \pm 22.4 (7.0 – 106.0)

¹ = Differenz zu den Gruppen A und B: P < 0.01, t- Test

² = Differenz zu den Gruppen A und C: P < 0.01, t- Test

³ = Differenz zur Gruppe C: P < 0.01, t- Test

⁴ = Differenz zur Gruppe A: P < 0.05, t- Test

6.2.2.2. Haube der Gruppe B während und nach der Heuaufnahme

Das Erscheinungsbild veränderte sich, im Vergleich zum Bild vor der Futteraufnahme, sowohl während und als auch 2 Stunden nach der Futteraufnahme nicht.

Während der Futteraufnahme betrug die durchschnittliche Anzahl der Haubenkontraktionen in 9 Minuten 18.5 ± 2.07 Kontraktionen bzw. 2.1 ± 0.23 Kontraktionen pro Minute (Tab. 3). Die Dauer der ersten Kontraktion variierte zwischen 1.0 und 4.0 Sekunden, die der zweiten zwischen 2.0 und 10.0 Sekunden. Die ma-

ximale Kontraktionsstrecke der ersten Haubenkontraktion schwankte zwischen 2.8 und 6.5 cm. Nach unvollständiger Erschlaffung war die Haube noch 0.0 bis 5.8 cm von ihrer Ausgangslage entfernt.

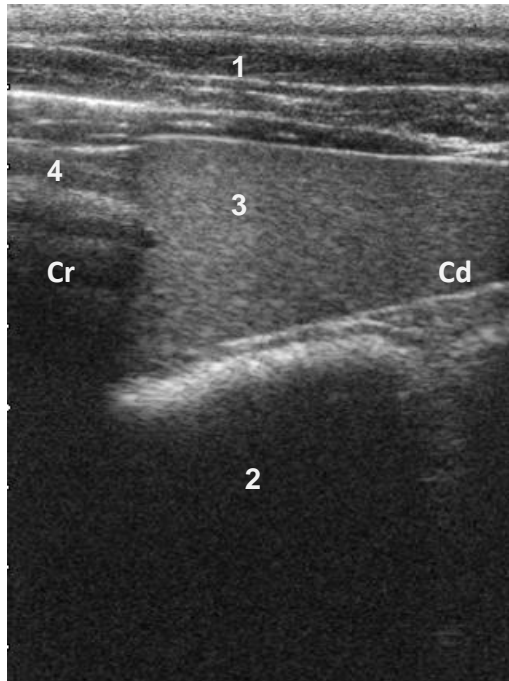


Abb. 1: Sonogramm der Haube eines 90 Tage alten Kalbes vor der Fütterung mit Heu, aufgenommen im 7. Interkostalraum. 1 Laterale Bauchwand, 2 Haube, 3 Milz, 4 Lunge, Cr Kranial, Cd Kaudal

Die maximale Kontraktionsstrecke der zweiten Kontraktion konnte nur bei einem Kalb gemessen werden und schwankte zwischen 4.8 und 6.5 cm. Die durchschnittliche Kontraktionsgeschwindigkeit der ersten Haubenkontraktion betrug 2.8 ± 0.63 cm/s. Die Zeit zwischen 2 biphasischen Kontraktionen lag zwischen 9.1 und 40.2 Sekunden.

Nach der Futteraufnahme betrug die durchschnittliche Anzahl der Haubenkontraktionen in 9 Minuten 11.5 ± 2.69 Kontraktionen bzw. 1.3 ± 0.30 Kontraktionen pro Minute (Tab. 2). Die Dauer der ersten Kontraktion variierte zwischen 1.8 und 3.8 Sekunden, diejenige der zweiten zwischen 2.1 und 7.2 Sekunden. Die maximale Kontraktionsstrecke der ersten Haubenkontraktion schwankte zwischen 2.5 und

6.5 cm. Nach unvollständiger Erschlaffung war die Haube noch 1.0 bis 5.3 cm von ihrer Ausgangslage entfernt. Die durchschnittliche Kontraktionsgeschwindigkeit der ersten Haubenkontraktion betrug 3.1 ± 0.60 cm/s. Die Zeit zwischen 2 biphasischen Kontraktionen lag zwischen 13.0 und 66.0 Sekunden.

6.2.3. Sonographische Befunde an der Haube der Gruppe C

6.2.3.1. Haube der Gruppe C vor der Milchaufnahme

Die Haube konnte links paramedian bei 8 Kälbern dargestellt werden. Bei 2 Kälbern war die Haube nicht sichtbar. Zu sehen war jeweils nur ein kleiner Teil der Haube. Die Haubenwand stellte sich als echogene Linie dar. Die einzelnen Schichten konnten nicht erkannt werden. Die Kontur der Haubenwand war bei allen Tieren glatt. Die Haube kontrahierte sich in 9 Minuten 9.4 ± 3.46 Mal bzw. 1.0 ± 0.38 Mal pro Minute (Tab. 1). Die Dauer der ersten Kontraktion variierte zwischen 1.8 und 6.9 Sekunden, diejenige der zweiten zwischen 2.0 und 9.0 Sekunden. Die maximale Kontraktionsstrecke der ersten Haubenkontraktion schwankte zwischen 1.5 und 5.1 cm. Nach unvollständiger Erschlaffung war die Haube 0.0 bis 4.0 cm von ihrer Ausgangslage entfernt. Die maximale Kontraktionsstrecke der zweiten Kontraktion konnte bei keinem Kalb gemessen werden, da sie grösser als die Eindringtiefe des Ultraschallgeräts war und deshalb nicht bestimmt werden konnte. Die durchschnittliche Kontraktionsgeschwindigkeit der ersten Haubenkontraktion betrug 2.4 ± 0.63 cm/s. Die Zeit zwischen 2 biphasischen Kontraktionen lag zwischen 7.0 und 106.0 Sekunden. Die Haubenspitze stellte sich bei 7 Kälbern rund und bei einem Kalb steil abfallend dar. Bei allen 8 Kälbern waren die Haubenleisten deutlich sichtbar. Bei 3 Kälbern war die Haubenwabenstruktur erkennbar (Abb. 2). Der Inhalt war bei allen Tieren als echoreiche inhomogene Flüssigkeit darstellbar. Kranial der Haube war bei allen Tieren die Lunge zu sehen. Die Lunge bewegte sich immer atemsynchron. Kaudal der Haube befand sich der Labmagen und bei 2 Tieren konnte der Pansenvorhof gesehen werden. Die Haube kontrahierte sich stets biphasisch.

Tab. 2: Sonographische Beurteilung der Haubenmotorik bei 16 Kälbern 2 Stunden (Gruppen A und B) bzw. 15 Minuten (Gruppe C) nach der Milch- bzw. Futteraufnahme ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

Parameter	Gruppe A	Gruppe B	Gruppe C
Zeit nach Futter	2 Stunden	2 Stunden	15 Minuten
n	5	10	1
Anzahl Kontraktionen in 9 Minuten	8.6 \pm 4.02 (4.5 – 13.5)	11.5 \pm 2.69 (6.8 – 15.8)	9
Anzahl Kontraktionen pro Minute	1.0 \pm 0.45 (0.5 – 1.5)	1.3 \pm 0.30 (0.8 – 1.8)	1
Dauer der 1. Kontraktion (s)	2.9 \pm 0.54 (2.1 – 4.0)	2.6 \pm 0.50 (1.8 – 3.8)	2.4 \pm 0.56 (2.0 – 3.0)
Dauer der 2. Kontraktion (s)	4.8 \pm 2.06 (2.0 – 10.0)	3.9 \pm 1.11 (2.1 – 7.2)	2.9 \pm 1.06 (1.8 – 3.9)
Dauer der gesamten Kontraktion (s)	7.8 \pm 2.95 (3.0 – 14.9)	6.4 \pm 1.22 (3.9 – 10.9)	5.5 \pm 0.99 (4.0 – 6.1)
Kontraktionsstrecke 1. Kontraktion (cm)	4.6 \pm 1.73 (2.2 – 6.8)	4.6 \pm 1.10 ¹ (2.5 – 6.5)	2.3 \pm 0.35 (2.0 – 2.5)
Entfernung nach 1. Kontraktion (cm)	1.7 \pm 1.41 (0.0 – 3.8)	3.2 \pm 0.96 ² (1.0 – 5.3)	1.4 \pm 0.18 (1.3 – 1.5)
Kontraktionsstrecke 2. Kontraktion (cm)	2.8	6.2 \pm 1.13 (5.0 – 7.3)	-
Geschwindigkeit 1. Kontraktion (cm/s)	1.7 \pm 0.49 (1.2 – 2.2)	3.1 \pm 0.60 ² (2.2 – 3.9)	1.7
Pausenintervall (s)	46.8 \pm 19.37 (31.1 – 105.1)	37.3 \pm 11.93 (13.0 – 66.0)	47.1 \pm 12.31 (38.1 – 61.1)

¹ = Differenz zur Gruppe C: P < 0.05, t-Test

² = Differenz zur Gruppe A: P < 0.01, t-Test

Tab. 3: Sonographische Beurteilung der Haubenmotorik bei 10 Kälbern der Gruppe B während der Futteraufnahme ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

Parameter	Gruppe B
Anzahl Kontraktionen in 9 Minuten	18.5 \pm 2.07 (15.8 – 22.5)
Anzahl Kontraktionen pro Minute	2.1 \pm 0.23 (1.8 – 2.5)
Dauer der 1. Kontraktion (s)	2.6 \pm 0.60 (1.0 – 4.0)
Dauer der 2. Kontraktion (s)	4.3 \pm 1.54 (2.0 – 10.0)
Dauer der gesamten Kontraktion (s)	6.8 \pm 1.64 (4.0 – 13.1)
Kontraktionsstrecke 1. Kontraktion (cm)	4.7 \pm 1.06 (2.8 – 6.5)
Entfernung nach 1. Kontraktion (cm)	3.2 \pm 1.10 (0.0 – 5.8)
Kontraktionsstrecke 2. Kontraktion (cm)	5.5 \pm 0.91 (4.8 – 6.5)
Geschwindigkeit 1. Kontraktion (cm/s)	2.8 \pm 0.63 (2.0 – 4.1)
Pausenintervall (s)	21.7 \pm 6.10 (9.1 – 40.2)

6.2.3.2. Haube der Gruppe C während der Milchaufnahme

Während der Milchaufnahme konnte die Haube bei keinem Kalb der Gruppe C dargestellt werden.

6.2.3.3. Haube der Gruppe C nach der Milchaufnahme

15 Minuten nach der Milchaufnahme konnte die Haube nur bei einem Kalb dargestellt werden. Das Aussehen war gleich wie vor dem Tränken. Die Anzahl der Haubenkontraktionen in 9 Minuten betrug 9 Kontraktionen bzw. 1 Kontraktion pro Minute (Tab. 2). Die Dauer der ersten Kontraktion variierte zwischen 2.0 und 3.0 Sekunden, die der zweiten zwischen 1.8 und 3.9 Sekunden. Die maximale Kontraktionsstrecke der ersten Haubenkontraktion schwankte zwischen 2.0 und

2.5 cm. Nach unvollständiger Erschlaffung war die Haube noch 1.3 bis 1.5 cm von ihrer Ausgangslage entfernt. Die maximale Kontraktionsstrecke der zweiten Kontraktion konnte nicht gemessen werden. Die durchschnittliche Kontraktionsgeschwindigkeit der ersten Haubenkontraktion betrug 1.7 cm/s. Die Zeit zwischen 2 biphasischen Kontraktionen lag zwischen 38.1 und 61.1 Sekunden.



Abb. 2: Sonogramm der Haube eines Pansentrinker-Kalbes vor dem Tränken, aufgenommen im 8. Interkostalraum links. 1 Laterale Bauchwand, 2 Haube mit Haubenwabenstruktur, 3 Milz, Cr Kranial, Cd Kaudal

6.2.4. Vergleich der Haubenmotorik zwischen den 3 Gruppen

Vergleich der Haubenmotorik zwischen den 3 Gruppen vor dem Tränken bzw. der Futteraufnahme

Beim Vergleich der Haubenmotorik vor der Futteraufnahme wurden für die Dauer der ersten und zweiten Haubenkontraktion, die Kontraktionsstrecke der ersten Haubenkontraktion, die Entfernung nach der ersten Kontraktion und die Geschwindigkeit der ersten Haubenkontraktion signifikante Unterschiede festgestellt (Tab. 1). Die Dauer der ersten Haubenkontraktion dauerte bei der Gruppe C mit

3.0 Sekunden wesentlich länger als bei der Gruppe B mit 2.5 und bei der Gruppe A mit 2.4 Sekunden ($P < 0.01$). Die zweite Haubenkontraktion war bei der Gruppe B mit 3.9 Sekunden signifikant kürzer als bei den Gruppen A und C mit je 4.9 Sekunden ($P < 0.01$). Die Kontraktionsstrecke der ersten Kontraktion war bei der Gruppe B mit 5.2 cm signifikant grösser als bei den Gruppen A und C mit 2.7 und 3.6 cm ($P < 0.01$). Die Entfernung der Haube nach der ersten Kontraktion war bei der Gruppe B mit 3.2 cm signifikant grösser als bei der Gruppe C mit 1.5 cm ($P < 0.01$). Die Geschwindigkeit der ersten Haubenkontraktion war mit 3.5 cm pro Sekunde bei der Gruppe B signifikant grösser als bei der Gruppe A mit 1.7 cm pro Sekunde ($P < 0.05$).

Vergleich der Haubenmotorik innerhalb der Gruppen während und nach der Milch- bzw. der Futteraufnahme

Bei den Gruppen A und C unterschieden sich die verschiedenen Parameter der Haubenmotorik vor, während und nach dem Tränken nicht. Bei der Gruppe B war die Anzahl der in 9 Minuten während der Futteraufnahme beobachteten Haubenkontraktionen mit 18.5 ± 2.07 Kontraktionen signifikant grösser als diejenige vor der Futteraufnahme (11.1 ± 1.85 Kontraktionen, $P < 0.01$) und diejenige nach der Futteraufnahme (11.5 ± 2.69 Kontraktionen, $P < 0.01$). Das Pausenintervall dieser Gruppe war während der Futteraufnahme mit 21.7 ± 6.10 Sekunden signifikant kürzer als vor der Futteraufnahme (41.1 ± 10.16 Sekunden, $P < 0.01$) und nach der Futteraufnahme (37.3 ± 11.93 Sekunden, $P < 0.01$).

Vergleich der Haubenmotorik zwischen den 3 Gruppen nach dem Tränken bzw. der Futteraufnahme

Beim Vergleich der Haubenmotorik nach der Futteraufnahme zwischen den drei Gruppen wurden für die Kontraktionsstrecke der ersten Haubenkontraktion, die Entfernung nach der ersten Kontraktion und die Geschwindigkeit der ersten Haubenkontraktion signifikante Unterschiede festgestellt (Tab. 2). Die Kontraktions-

strecke der ersten Kontraktion war bei der Gruppe B mit 4.6 cm signifikant grösser als bei der Gruppe C mit 2.3 cm ($P < 0.05$). Auch war die Haube nach der ersten Kontraktion bei der Gruppe B mit 3.2 cm signifikant weiter von ihrer Ausgangslage entfernt als bei der Gruppe A mit 1.7 cm ($P < 0.01$). Die Geschwindigkeit der ersten Haubenkontraktion war bei der Gruppe B mit 3.1 ± 0.6 cm pro Sekunde signifikant grösser als bei der Gruppe A mit 1.7 ± 0.49 pro Sekunde ($P < 0.01$).

6.3. Sonographische Befunde am Pansen

6.3.1. Sonographische Befunde am Pansen der Gruppe A

6.3.1.1. Halber Bauchumfang

Der halbe Bauchumfang nahm vom 5. bis 12. Interkostalraum leicht zu (von 42.1 ± 1.65 cm auf 46.2 ± 3.18 cm), um danach bis zur kaudalen Flanke (45.1 ± 2.35 cm) leicht abzunehmen (Anhang 7).

6.3.1.2. Pansen der Gruppe A vor der Milchaufnahme

Sonographisches Erscheinungsbild

Die Pansenwand stellte sich sonographisch als echogene Linie dar. Die einzelnen Schichten der Pansenwand konnten nicht voneinander differenziert werden. Die Pansenwanddicke betrug dorsal 1.5 ± 0.26 mm, auf Höhe der Pansenfurche 2.2 ± 0.50 mm und ventral 1.7 ± 0.44 mm (Tab. 4). Im Bereich des dorsalen Pansensacks konnte bei allen Kälbern eine Gaskuppe, erkennbar an den parallel zur Pansenwand verlaufenden Reverberationsartefakten, gesehen werden. Der Übergang zum Futterbrei war durch das abrupte Enden der Reverberationslinien charakterisiert (Abb. 3). Der Futterbrei liess sich bei 9 Kälbern wegen den vorhandenen Gaseinschlüssen nicht sonographisch darstellen. Bei einem Kalb war ventral der dorsalen Gaskuppe inhomogene Flüssigkeit sichtbar. Die Unterscheidung zwischen der festen und flüssigen Phase war bei keinem Kalb möglich. Im Bereich

des ventralen Pansensacks war der Panseninhalt bei einem Kalb flüssig und bei den anderen Kälbern gasig und somit nicht darstellbar.

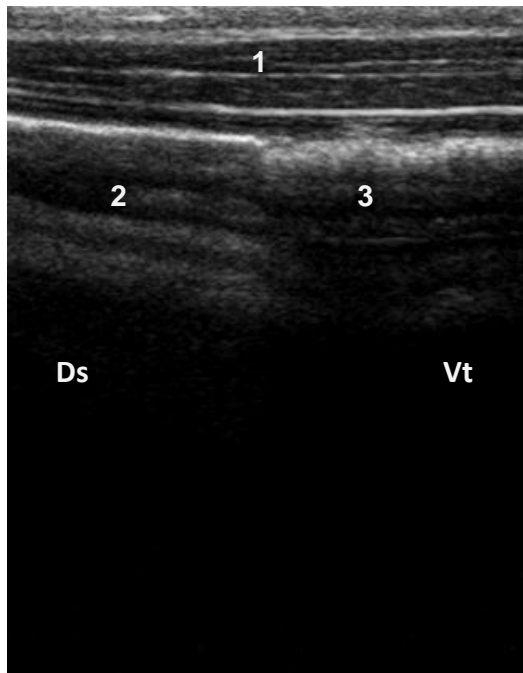


Abb. 3: Sonogramm des Pansens bei einem Kalb der Gruppe A vor der Milchaufnahme am Übergang von der Gasphase zur festen Phase. 1 Laterale Bauchwand, 2 Gasphase, 3 Feste Phase, Ds Dorsal, Vt Ventral

Tab. 4: Pansenwanddicke (in mm) bei den Kälbern der Gruppen A, B und C an 3 verschiedenen Lokalisationen

Lokalisation	Pansenwanddicke ($\bar{x} \pm s$ mm)		
	Gruppe A	Gruppe B	Gruppe C
Dorsal	1.5 \pm 0.26 (1.1 – 2.0)	4.5 \pm 0.84 ¹ (3.0 – 5.7)	2.1 \pm 0.61 (1.4 – 3.6)
Pansenfurche	2.2 \pm 0.50 (1.2 – 2.9)	7.5 \pm 1.14 ¹ (6.0 – 10.0)	3.5 \pm 1.20 ² (1.7 – 5.6)
Ventral	1.7 \pm 0.44 (0.9 – 2.5)	5.0 \pm 0.95 ¹ (4.0 – 6.7)	3.2 \pm 0.85 ² (2.2 – 5.0)

¹ = Differenz zu den Gruppen A und C: $P < 0.01$, t- Test

² = Differenz zur Gruppe A: $P < 0.05$, t- Test

Ausdehnung des Pansens

Der Pansen konnte in den Interkostalräumen 7 bis 12 und in der gesamten Flanke dargestellt werden (Tab. 5). Bei allen 10 Tieren war der Pansen zwischen den Interkostalräumen 9 bis 12 darstellbar. In den Interkostalräumen 7 und 8 war er bei 2 und 7 Kälbern, in der kranialen und kaudalen Flanke bei 9 und 2 Kälbern zu sehen. Die dorsale Pansengrenze lag zwischen 11.5 ± 2.12 cm und 25.6 ± 2.88 cm von der Mittellinie des Rückens entfernt. Dabei war der Abstand zur Mittellinie des Rückens in der kaudalen Flanke am kleinsten und nahm von da nach kranial zu. Die ventrale Pansengrenze lag zwischen 27.8 ± 4.18 cm und 31.9 ± 3.02 cm von der Mittellinie des Rückens entfernt (Tab. 5). Der grösste Abstand zur Mittellinie des Rückens war im 8. Interkostalraum. Die Ausdehnung des Pansens variierte zwischen 5.5 ± 2.12 cm und 17.0 ± 5.66 cm. Sie war in der kaudalen Flanke am grössten und wurde nach kranial immer kleiner. Die Pansenfurche konnte in den Interkostalräumen 8, 9, 10, 11 und 12 und in der kranialen und kaudalen Flanke bei 1, 8, 10, 10, 9, 9 und 2 Kälbern dargestellt werden (Tab. 5). Ihr Abstand zur Mittellinie des Rückens lag zwischen 22.2 ± 2.25 cm und 26.0 cm. Die Ausdehnung des dorsalen Pansensacks variierte zwischen 4.8 ± 3.11 cm und 12.5 ± 2.12 cm. Sie war in der kaudalen Flanke am grössten. Die Ausdehnung des ventralen Pansensacks variierte zwischen 4.5 ± 3.54 cm und 7.0 ± 3.16 cm. Sie war im 11. Interkostalraum am grössten und wurde von da aus sowohl nach kranial als auch nach kaudal kleiner.

Von rechts konnte der Pansen bei 6 Kälbern dargestellt werden (Tab. 6). Er war in den Interkostalräumen 11, 12 und in der kranialen Flanke zu sehen. Bei 2 Kälbern war der Pansen über 3 Interkostalräume und bei 4 Kälbern nur in einem Interkostalraum darstellbar. Die dorsale Pansengrenze lag zwischen 20.3 ± 4.93 cm und 21.8 ± 4.35 cm von der Mittellinie des Rückens entfernt. Dabei war der Abstand zur Mittellinie des Rückens im 11. Interkostalraum am grössten. Die ventrale Pansengrenze lag zwischen 31.3 ± 6.08 cm und 32.0 ± 7.21 cm von der Mittellinie des

Rückens entfernt. Die grösste Ausdehnung war in der kranialen Flanke mit 11.2 ± 7.42 cm.

Abstand zur Bauchwand

Der Abstand zwischen der dorsalen Pansengrenze und der Bauchwand variierte zwischen 0.0 und 27.9 ± 12.64 mm mit dem grössten Abstand im 9. Interkostalraum (Tab. 7). Der Abstand zwischen der ventralen Pansengrenze und der Bauchwand variierte zwischen 2.2 ± 2.00 und 17.5 ± 11.49 mm mit dem grössten Abstand im 8. Interkostalraum (Tab. 8).

Tab. 5 A: Darstellbarkeit, Lage und Ausdehnung des Pansens zwischen den Interkostalräumen 7 bis 10 bei 10 Kälbern der Gruppe A auf der linken Körperseite ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

Parameter	Interkostalräume			
	7	8	9	10
n	2	7	10	10
Dorsale Pansengrenze (cm)	25.0 ± 2.83 (23.0 – 27.0)	25.6 ± 2.88 (22.0 – 30.0)	21.3 ± 2.63 (17.0 – 25.0)	17.4 ± 2.01 (14.0 – 20.0)
Ventrale Pansengrenze (cm)	30.5 ± 4.95 (27.0 – 34.0)	31.9 ± 3.02 (28.0 – 35.0)	30.0 ± 2.87 (26.0 – 34.0)	29.3 ± 3.30 (25.0 – 36.0)
Pansenausdehnung (cm)	5.5 ± 2.12 (4.0 – 7.0)	6.3 ± 3.35 (3.0 – 13.0)	8.7 ± 3.16 (5.0 – 14.0)	11.9 ± 3.90 (6.0 – 16.0)
Relative Pansenausdehnung (%)	12.5 ± 4.06 (9.6 – 15.4)	13.9 ± 7.43 (7.1 – 28.6)	19.2 ± 7.07 (10.6 – 30.4)	25.8 ± 8.06 (14.0 – 36.4)
n	0	1	8	10
Lage der Pansenfurche (cm)	-	26.0	25.3 ± 2.49 (22.0 – 30.0)	23.3 ± 1.95 (20.0 – 26.0)
Ausdehnung dorsaler Pansensack (cm)	-	-	4.8 ± 3.11 (1.0 – 9.0)	5.9 ± 2.42 (1.0 – 10.0)
Ausdehnung ventraler Pansensack (cm)	-	-	5.4 ± 2.13 (3.0 – 9.0)	6.0 ± 2.62 (2.0 – 11.0)

Tab. 5 B: Fortsetzung von Tab. 5 A in den Interkostalräumen 11 und 12 sowie in der gesamten Flanke

Parameter	Interkostalräume		Flanke	
	11	12	Kranial	Kaudal
n	10	10	9	2
Dorsale Pansen- grenze (cm)	14.4 ± 1.71 (11.0 – 17.0)	13.0 ± 1.49 (11.0 – 16.0)	12.3 ± 1.41 (10.0 – 15.0)	11.5 ± 2.12 (10.0 – 13.0)
Ventrale Pansen- grenze (cm)	29.2 ± 4.32 (23.0 – 36.0)	28.6 ± 4.06 (22.0 – 35.0)	27.8 ± 4.18 (20.0 – 35.0)	28.5 ± 3.54 (26.0 – 31.0)
Pansenaus- dehnung (cm)	14.8 ± 4.70 (8.0 – 21.0)	15.6 ± 3.81 (10.0 – 22.0)	15.4 ± 4.93 (8.0 – 25.0)	17.0 ± 5.66 (13.0 – 21.0)
Relative Pansen- ausdehnung (%)	31.8 ± 9.17 (18.8 – 44.9)	33.8 ± 8.21 (23.5 – 50.0)	33.6 ± 10.16 (18.8 – 50.5)	35.9 ± 12.44 (27.1 – 44.7)
n	10	9	9	2
Lage der Pansen- furche (cm)	22.2 ± 2.25 (20.0 – 26.0)	22.4 ± 2.30 (18.0 – 25.0)	22.3 ± 2.78 (16.0 – 25.0)	24.0
Ausdehnung dor- saler Pansensack (cm)	7.8 ± 2.82 (3.0 – 12.0)	9.3 ± 2.24 (6.0 – 13.0)	11.2 ± 4.66 (4.0 – 21.0)	12.5 ± 2.12 (11.0 – 14.0)
Ausdehnung ven- traler Pansensack (cm)	7.0 ± 3.16 (2.0 – 12.0)	6.9 ± 2.47 (4.0 – 11.0)	5.4 ± 3.09 (2.0 – 11.0)	4.5 ± 3.54 (2.0 – 7.0)

Tab. 6: Darstellbarkeit, Lage und Ausdehnung des Pansens von rechts zwischen dem 11. Interkostalraum und der kranialen Flanke bei 6 Kälbern der Gruppe A ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

Parameter	Interkostalräume		Flanke
	11	12	Kranial
n	4	3	3
Dorsale Pansen- grenze (cm)	21.8 ± 4.35 (18.0 – 26.0)	21.3 ± 3.79 (17.0 – 24.0)	20.3 ± 4.93 (17.0 – 26.0)
Ventrale Pansen- grenze (cm)	31.3 ± 6.08 (26.0 – 40.0)	32.0 ± 7.21 (24.0 – 38.0)	31.5 ± 11.76 (20.0 – 43.5)
Pansenaus- dehnung (cm)	9.5 ± 5.20 (3.0 – 15.0)	11.0 ± 3.0 (8.0 – 14.0)	11.2 ± 7.42 (3.0 – 17.5)

Tab. 7 A: Abstand des Pansens (in mm) zur Bauchwand auf der Höhe der dorsalen Pansengrenze in den Interkostalräumen 7 – 10 bei 30 Kälbern der Gruppen A, B und C auf der linken Körperseite ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

Gruppe	Interkostalräume			
	7	8	9	10
A	16.0 \pm 1.06 (15.2 – 16.7)	19.7 \pm 12.55 (0.0 – 37.7)	27.9 \pm 12.64 (9.2 – 51.6)	27.3 \pm 9.79 (10.2 – 37.7)
B	21.1 \pm 11.43 (12.3 – 34.0)	27.4 \pm 13.49 (7.6 – 44.4)	39.3 \pm 8.27 (22.4 – 49.7)	34.5 \pm 16.82 (17.8 – 61.1)
C	22.7 \pm 12.16 (14.1 – 31.3)	13.5 \pm 6.31 (0.0 – 21.5)	18.9 \pm 8.78 (0.0 – 26.7)	23.7 \pm 11.16 (7.6 – 37.7)

Tab. 7 B: Fortsetzung von Tab. 7 A in den Interkostalräumen 11 und 12 sowie in der Flanke

Gruppe	Interkostalräume		Flanke	
	11	12	Kranial	Kaudal
A	18.1 \pm 10.11 (6.2 – 36.0)	5.2 \pm 7.43 (0.0 – 20.9)	0.0	0.0
B	25.1 \pm 11.15 (12.3 – 46.8)	10.5 \pm 11.16 (0.0 – 37.2)	0.8 \pm 2.53 (0.0 – 8.0)	0.0
C	12.7 \pm 9.32 (0.0 – 31.9)	3.7 \pm 5.28 (0.0 – 14.5)	0.0	0.0

Tab. 8 A: Abstand des Pansens (in mm) zur Bauchwand auf der Höhe der ventralen Pansengrenze in den Interkostalräumen 7 – 10 bei 30 Kälbern der Gruppen A, B und C auf der linken Körperseite ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

Gruppe	Interkostalräume			
	7	8	9	10
A	12.7 \pm 3.54 (10.2 – 15.2)	17.5 \pm 11.49 (0.0 – 37.7)	13.4 \pm 11.73 (0.0 – 30.9)	8.5 \pm 7.60 (0.0 – 21.7)
B	4.1 \pm 7.10 (0.0 – 12.3)	12.2 \pm 12.40 (0.0 – 40.3)	3.2 \pm 4.15 (0.0 – 10.4)	2.9 \pm 6.82 (0.0 – 21.8)
C	21.6 \pm 30.55 (0.0 – 43.2)	7.7 \pm 8.71 (0.0 – 21.5)	4.0 \pm 7.02 (0.0 – 19.0)	1.1 \pm 2.49 (0.0 – 7.6)

Tab. 8 B: Fortsetzung von Tab. 8 A in den Interkostalräumen 11 und 12 sowie in der Flanke

Gruppe	Interkostalräume		Flanke	
	11	12	Kranial	Kaudal
A	3.3 ± 2.86 (0.0 – 8.8)	2.2 ± 2.00 (0.0 – 5.2)	2.5 ± 2.65 (0.0 – 6.8)	3.6 ± 3.70 (0.0 – 7.4)
B	1.9 ± 3.36 (0.0 – 9.4)	4.0 ± 5.73 (0.0 – 16.1)	3.6 ± 6.56 (0.0 – 20.7)	5.6 ± 12.20 (0.0 – 39.4)
C	0.0	0.6 ± 1.74 (0.0 – 5.5)	1.2 ± 3.53 (0.0 – 10.6)	1.1 ± 2.87 (0.0 – 7.6)

6.3.1.3. Pansen der Gruppe A während und nach der Milchaufnahme

Während der Milchaufnahme veränderte sich das sonographische Bild des Pansens nicht.

6.3.2. Sonographische Befunde am Pansen der Gruppe B

6.3.2.1. Halber Bauchumfang

Der halbe Bauchumfang lag zwischen 56.5 cm und 67.0 ± 2.50 cm (Anhang 7).

6.3.2.2. Pansen der Gruppe B vor der Futteraufnahme

Sonographisches Erscheinungsbild

Die Pansenwanddicke betrug dorsal 4.5 ± 0.84 mm, auf Höhe der Pansenfurche 7.5 ± 1.14 mm und ventral 5.0 ± 0.95 mm (Tab. 4). Im Bereich des dorsalen Pansensacks konnte bei allen Kälbern eine Gaskuppe, erkennbar an den parallel zur Pansenwand verlaufenden Reverberationsartefakten, gesehen werden. Der Übergang zur festen Phase war durch das abrupte Enden der Reverberationslinien charakterisiert. Die Unterscheidung zwischen der festen und flüssigen Phase war bei keinem Kalb möglich. Im Bereich des ventralen Pansensacks war der Panseninhalt bei allen Tieren gasig und somit nicht darstellbar.

Ausdehnung des Pansens

Der Pansen konnte in den Interkostalräumen 7 bis 12 und in der gesamten Flanke dargestellt werden (Tab. 9). Bei allen 10 Tieren war der Pansen zwischen dem 9. Interkostalraum und der kaudalen Flanke darstellbar. In den Interkostalräumen 7 und 8 war er bei 3 und 9 Kälbern zu sehen. Die dorsale Pansengrenze lag zwischen 14.6 ± 1.17 cm und 36.7 ± 6.66 cm von der Mittellinie des Rückens entfernt. Dabei war der Abstand zur Mittellinie des Rückens in der kranialen Flanke am kleinsten und wurde von da an nach kranial immer grösser. Die ventrale Pansengrenze lag zwischen 46.0 ± 2.65 cm und 53.6 ± 3.17 cm von der Mittellinie des Rückens. Der grösste Abstand zur Mittellinie des Rückens war im 12. Interkostalraum. Die Ausdehnung des Pansens variierte zwischen 9.3 ± 5.13 cm und 38.6 ± 3.75 cm. Sie war in der kranialen Flanke am grössten. Die Pansenfurche konnte in den Interkostalräumen 8, 9, 10, 11 und 12 und in der kranialen und kaudalen Flanke bei 1, 9, 9, 10, 10, 10 und 10 Kälbern dargestellt werden (Tab. 9). Ihr Abstand zur Mittellinie des Rückens lag zwischen 31.0 ± 2.16 cm und 38.0 cm. Die Ausdehnung des dorsalen Pansensacks variierte zwischen 7.0 cm und 16.4 ± 2.91 cm. Sie war in der kaudalen Flanke am grössten. Die Ausdehnung des ventralen Pansensacks variierte zwischen 11.3 ± 3.16 cm und 21.8 ± 4.89 cm. Sie war in der kranialen Flanke am grössten.

Rechts konnte der Pansen bei 3 Kälbern dargestellt werden (Tab. 10). Er war in den Interkostalräumen 11 und 12 und in der kranialen und kaudalen Flanke zu sehen. Bei je einem Kalb war der Pansen über 3 bzw. über 2 Interkostalräume und bei einem weiteren Kalb nur in einem Interkostalraum sichtbar. Die dorsale Pansengrenze lag zwischen 18.0 cm und 45.0 cm von der Mittellinie des Rückens entfernt. Dabei war der Abstand zur Mittellinie des Rückens im 12. Interkostalraum am grössten. Die ventrale Pansengrenze lag zwischen 32.0 cm und 53.0 cm von der Mittellinie des Rückens entfernt. Der grösste Abstand zur Mittellinie des Rückens war im 12. Interkostalraum. Die Ausdehnung des Pansens variierte zwischen 7.5 ± 0.71 cm und 14.0 cm.

Tab. 9 A: Darstellbarkeit, Lage und Ausdehnung des Pansens zwischen den Interkostalräumen 7 bis 10 bei 10 Kälbern der Gruppe B auf der linken Körperseite ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

Parameter	Interkostalräume			
	7	8	9	10
n	3	9	10	10
Dorsale Pansengrenze (cm)	36.7 \pm 6.66 (29.0 – 41.0)	35.2 \pm 5.33 (29.0 – 42.0)	27.7 \pm 2.67 (26.0 – 33.0)	22.9 \pm 1.66 (21.0 – 26.0)
Ventrale Pansengrenze (cm)	46.0 \pm 2.65 (44.0 – 49.0)	46.0 \pm 3.87 (38.0 – 50.0)	46.5 \pm 3.41 (40.0 – 52.0)	49.3 \pm 4.08 (41.0 – 54.0)
Pansenausdehnung (cm)	9.3 \pm 5.13 (5.0 – 15.0)	11.2 \pm 4.99 (5.0 – 19.0)	18.8 \pm 5.35 (8.0 – 26.0)	26.4 \pm 5.48 (16.0 – 32.0)
Relative Pansenausdehnung (%)	15.9 \pm 8.40 (8.5 – 25.0)	18.7 \pm 8.51 (8.3 – 33.3)	30.4 \pm 9.16 (12.7 – 44.1)	41.1 \pm 9.28 (24.8 – 51.7)
n	0	1	9	9
Lage der Pansenfurche (cm)	-	38.0	35.9 \pm 2.57 (32.0 – 40.0)	33.4 \pm 3.0 (29.0 – 38.0)
Ausdehnung dorsaler Pansensack (cm)	-	7.0	8.7 \pm 2.60 (5.0 – 12.0)	10.8 \pm 4.06 (5.0 – 16.0)
Ausdehnung ventraler Pansensack (cm)	-	12.0	11.3 \pm 3.16 (8.0 – 17.0)	16.8 \pm 2.22 (13.0 – 19.0)

Tab. 9 B: Fortsetzung von Tab. 9 A in den Interkostalräumen 11 und 12 sowie in der Flanke

Parameter	Interkostalräume		Flanke	
	11	12	Kranial	Kaudal
n	10	10	10	10
Dorsale Pansengrenze (cm)	19.5 \pm 2.95 (14.0 – 23.0)	15.9 \pm 1.97 (13.0 – 19.0)	14.6 \pm 1.17 (13.0 – 16.0)	14.9 \pm 0.88 (14.0 – 16.0)
Ventrale Pansengrenze (cm)	51.9 \pm 3.18 (47.0 – 57.0)	53.6 \pm 3.17 (50.0 – 60.0)	53.2 \pm 4.08 (49.0 – 62.0)	52.4 \pm 3.81 (45.0 – 58.0)
Pansenausdehnung (cm)	32.4 \pm 4.93 (24.0 – 39.0)	37.7 \pm 3.50 (31.0 – 44.0)	38.6 \pm 3.75 (35.0 – 46.0)	37.5 \pm 3.57 (31.0 – 43.0)
Relative Pansenausdehnung (%)	49.0 \pm 7.60 (35.8 – 58.6)	56.3 \pm 5.29 (46.3 – 66.2)	58.8 \pm 6.07 (51.5 – 69.7)	61.5 \pm 6.86 (47.7 – 71.7)

Tab. 9 C: Fortsetzung von Tab. 9 B

Parameter	Interkostalräume		Flanke	
	11	12	Kranial	Kaudal
n	10	10	10	10
Lage der Pansenfurche (cm)	32.0 ± 2.49 (29.0 – 35.0)	31.0 ± 2.16 (28.0 – 35.0)	31.4 ± 2.63 (28.0 – 37.0)	32.3 ± 2.75 (27.0 – 35.0)
Ausdehnung dorsaler Pansensack (cm)	12.5 ± 4.20 (7.0 – 21.0)	16.1 ± 3.73 (11.0 – 24.0)	14.0 ± 4.83 (2.0 – 20.0)	16.4 ± 2.91 (11.0 – 19.0)
Ausdehnung ventraler Pansensack (cm)	19.9 ± 3.63 (15.0 – 28.0)	21.6 ± 4.72 (15.0 – 28.0)	21.8 ± 4.89 (15.0 – 32.0)	21.1 ± 3.28 (16.0 – 27.0)

Tab. 10: Darstellbarkeit, Lage und Ausdehnung des Pansens von rechts zwischen dem 11. Interkostalraum und der kaudalen Flanke bei 3 Kälbern der Gruppe B ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

Parameter	Interkostalräume		Flanke	
	11	12	Kranial	Kaudal
n	2	1	2	1
Dorsale Pansengrenze (cm)	33.0 ± 19.80 (19.0 – 47.0)	45.0	31.5 ± 16.26 (20.0 – 43.0)	18.0
Ventrale Pansengrenze (cm)	40.5 ± 21.92 (25.0 – 56.0)	53.0	39.0 ± 15.56 (28.0 – 50.0)	32.0
Pansenausdehnung (cm)	7.5 ± 2.12 (6.0 – 9.0)	8.0	7.5 ± 0.71 (7.0 – 8.0)	14.0

Abstand zur Bauchwand

Der Abstand zwischen der dorsalen Pansengrenze und der Bauchwand variierte zwischen 0.0 und 39.3 ± 8.27 mm mit dem grössten Abstand im 9. Interkostalraum (Tab. 7). Der Abstand zwischen der ventralen Pansengrenze und der Bauchwand variierte zwischen 1.9 ± 3.36 und 12.2 ± 12.40 mm mit dem grössten Abstand im 8. Interkostalraum (Tab. 8).

6.3.2.3. Pansen der Gruppe B während und nach der Heuaufnahme

Das sonographische Bild des Pansens veränderte sich während und 2 Stunden nach der Futteraufnahme nicht.

6.3.3. Sonographische Befunde am Pansen der Gruppe C

6.3.3.1. Halber Bauchumfang

Der halbe Bauchumfang nahm vom 5. bis 12. Interkostalraum leicht zu (von 43.3 ± 4.60 cm auf 48.0 ± 5.49 cm) (Anhang 7), um danach bis zur kaudalen Flanke (46.4 ± 5.10 cm) leicht abzunehmen.

6.3.3.2. Pansen der Gruppe C vor der Milchaufnahme

Sonographisches Erscheinungsbild

Die Pansenwand stellte sich sonographisch als echogene Linie dar. Die einzelnen Schichten der Pansenwand konnten nicht voneinander differenziert werden. Die Pansenwanddicke betrug dorsal 2.1 ± 0.61 mm, auf Höhe der Pansenfurche 3.5 ± 1.20 mm und ventral 3.2 ± 0.85 mm (Tab. 4). Im Bereich des dorsalen Pansensacks konnte bei 9 Kälbern eine Gaskuppe, erkennbar an den parallel zur Pansenwand verlaufenden Reverberationsartefakten, und bei einem Kalb flüssiger Inhalt (Abb. 4 A), gesehen werden. Im Bereich des ventralen Pansensacks war der Panseninhalt bei allen Kälbern flüssig. Die Flüssigkeit stellte sich hypoechogen mit echogenen punktförmigen Veränderungen dar (Abb. 4 B). Vereinzelt waren größere feste Partikel (1 – 2 cm) in der Flüssigkeit erkennbar, die sich echogen darstellten.

Ausdehnung des Pansens

Der Pansen konnte in den Interkostalräumen 7 bis 12 und in der Flanke dargestellt werden (Tab. 11). Bei allen 10 Tieren war der Pansen zwischen den Interkostalräumen 9 und 12 darstellbar. In den Interkostalräumen 7 und 8 war er bei 3 und 8 Kälbern, in der kranialen und kaudalen Flanke bei 9 und 7 Kälbern zu sehen.

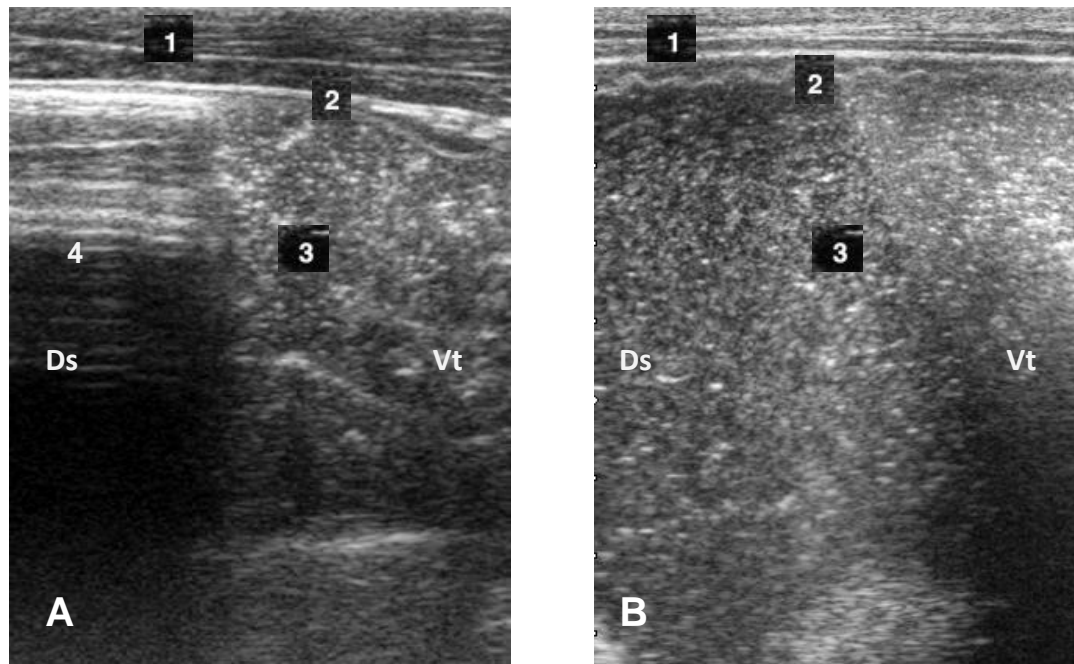


Abb. 4: Sonographische Darstellung des Pansens eines Pansentrinkers, A im Bereich des dorsalen Pansensacks, B im Bereich des ventralen Pansensacks. 1 Laterale Bauchwand, 2 Pansenwand, 3 Flüssigkeit im Pansen, 4 Gasphase, Ds Dorsal, Vt Ventral

Die dorsale Pansengrenze lag zwischen 12.0 ± 1.66 cm und 30.0 ± 8.89 cm von der Mittellinie des Rückens entfernt. Dabei war der Abstand zur Mittellinie des Rückens in der kranialen Flanke am kleinsten. Die ventrale Pansengrenze lag zwischen 32.2 ± 9.34 cm und 36.3 ± 10.41 cm von der Mittellinie des Rückens entfernt. Die Ausdehnung des Pansens variierte zwischen 6.3 ± 4.73 cm und 21.9 ± 10.17 cm. Sie war in der kaudalen Flanke am grössten und wurde dann ab dem 12. Interkostalraum nach kranial kleiner. Die Pansenfurche konnte in den Interkostalräumen 8, 9, 10, 11 und 12 und in der kranialen und kaudalen Flanke bei 4, 8, 9, 10, 7, 5 und 4 Kälbern dargestellt werden (Tab. 11). Ihr Abstand zur Mittellinie des Rückens lag zwischen 25.0 ± 4.54 cm und 30.0 ± 4.32 cm. Die Ausdehnung des dorsalen Pansensacks variierte zwischen 5.8 ± 2.87 cm und 15.5 ± 6.40 cm. Sie war in der kaudalen Flanke am grössten. Die Ausdehnung des ventralen Pansensacks variierte zwischen 8.3 ± 4.81 cm und 10.2 ± 6.83 cm.

Rechts konnte der Pansen bei 2 Kälbern dargestellt werden (Tab. 12). Er war in den Interkostalräumen 11 und 12 und in der kranialen Flanke zu sehen. Die dorsale Pansengrenze lag zwischen 18.5 ± 2.12 cm und 20.5 ± 7.78 cm und die ventrale Pansengrenze zwischen 30.0 cm und 31.0 ± 1.41 cm von der Mittellinie des Rückens entfernt. Die Ausdehnung war in der kranialen Flanke mit 10.5 ± 9.19 cm am grössten.

Tab. 11 A: Darstellbarkeit, Lage und Ausdehnung des Pansens zwischen den Interkostalräumen 7 bis 10 bei 10 Kälbern der Gruppe C auf der linken Körperseite ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

Parameter	Interkostalräume			
	7	8	9	10
n	3	8	10	10
Dorsale Pansengrenze (cm)	30.0 ± 8.89 (23.0 – 40.0)	24.5 ± 3.34 (20.0 – 28.0)	19.5 ± 3.21 (15.0 – 26.0)	16.2 ± 2.62 (12.0 – 22.0)
Ventrale Pansengrenze (cm)	36.3 ± 10.41 (28.0 – 48.0)	36.1 ± 7.61 (29.0 – 49.0)	32.2 ± 9.34 (20.0 – 48.0)	33.9 ± 9.18 (21.0 – 48.0)
Pansenausdehnung (cm)	6.3 ± 4.73 (1.0 – 10.0)	11.6 ± 8.53 (3.0 – 25.0)	12.8 ± 9.74 (3.0 – 30.0)	17.7 ± 9.60 (6.0 – 36.0)
Relative Pansenausdehnung (%)	13.1 ± 9.45 (2.6 – 21.1)	23.9 ± 16.33 (6.6 – 50.0)	26.5 ± 18.06 (6.5 – 58.8)	36.3 ± 16.88 (15.0 – 70.6)
n	0	4	8	9
Lage der Pansenfurche (cm)	-	30.0 ± 4.32 (26.0 – 36.0)	25.0 ± 4.54 (18.0 – 33.0)	25.6 ± 4.69 (21.0 – 35.0)
Ausdehnung dorsaler Pansensack (cm)	-	5.8 ± 2.87 (2.0 – 8.0)	6.8 ± 3.85 (2.0 – 12.0)	9.6 ± 5.10 (3.0 – 17.0)
Ausdehnung ventraler Pansensack (cm)	-	10.0 ± 6.22 (3.0 – 17.0)	9.0 ± 5.70 (3.0 – 18.0)	9.78 ± 4.89 (4.0 – 20.0)

Tab. 11 B: Fortsetzung von Tab. 11 A in den Interkostalräumen 11 und 12 sowie in der gesamten Flanke

Parameter	Interkostalräume		Flanke	
	11	12	Kranial	Kaudal
n	10	10	9	7
Dorsale Pansengrenze (cm)	13.9 ± 1.79 (11.0 – 17.0)	12.1 ± 1.66 (9.0 – 15.0)	12.0 ± 1.66 (8.0 – 13.0)	12.1 ± 2.73 (6.0 – 14.0)
Ventrale Pansengrenze (cm)	34.7 ± 9.73 (22.0 – 51.0)	33.3 ± 10.80 (17.0 – 51.0)	33.1 ± 12.45 (17.0 – 53.0)	34.0 ± 11.46 (18.0 – 49.0)
Pansenausdehnung (cm)	20.8 ± 9.24 (11.0 – 36.0)	21.2 ± 10.25 (8.0 – 39.0)	21.1 ± 11.78 (8.0 – 41.0)	21.9 ± 10.17 (12.0 – 36.0)
Relative Pansenausdehnung (%)	42.2 ± 14.74 (26.5 – 69.9)	42.7 ± 16.22 (19.5 – 67.8)	42.1 ± 19.22 (19.0 – 70.1)	44.7 ± 17.13 (25.5 – 63.9)

Tab. 11 C: Fortsetzung von Tab. 11 B

Parameter	Interkostalräume		Flanke	
	11	12	Kranial	Kaudal
n	10	7	5	4
Lage der Pansenfurche (cm)	25.6 ± 5.02 (20.0 – 34.0)	25.7 ± 4.68 (21.0 – 32.0)	27.8 ± 4.55 (23.0 – 33.0)	28.8 ± 6.08 (23.0 – 34.0)
Ausdehnung dorsaler Pansensack (cm)	12.4 ± 5.50 (7.0 – 24.0)	12.7 ± 5.79 (7.0 – 21.0)	15.0 ± 4.80 (10.0 – 20.0)	15.5 ± 6.40 (9.0 – 21.0)
Ausdehnung ventraler Pansensack (cm)	8.3 ± 4.81 (2.0 – 17.0)	9.7 ± 5.71 (4.0 – 20.0)	10.2 ± 6.83 (4.0 – 21.0)	9.0 ± 4.32 (5.0 – 15.0)

Tab. 12: Darstellbarkeit, Lage und Ausdehnung des Pansens von rechts zwischen dem 11. Interkostalraum und der kranialen Flanke bei 2 Kälbern der Gruppe C ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

Parameter	Interkostalräume		Flanke
	11	12	Kranial
n	1	2	2
Dorsale Pansengrenze (cm)	20.0	18.5 ± 2.12 (17.0 – 20.0)	20.5 ± 7.78 (15.0 – 26.0)
Ventrale Pansengrenze (cm)	30.0	30.0 ± 1.41 (29.0 – 31.0)	31.0 ± 1.41 (30.0 – 32.0)
Pansenausdehnung (cm)	10.0	10.5 ± 2.12 (9.0 – 12.0)	10.5 ± 9.19 (4.0 – 17.0)

Abstand zur Bauchwand

Der Abstand zwischen der dorsalen Pansengrenze und der Bauchwand variierte zwischen 0.0 und 23.7 ± 11.16 mm mit dem grössten Abstand im 10. Interkostalraum (Tab. 7). Der Abstand zwischen der ventralen Pansengrenze und der Bauchwand variierte zwischen 0.0 und 21.6 ± 30.55 mm mit dem grössten Abstand im 7. Interkostalraum (Tab. 8).

6.3.3.3. Pansen der Gruppe C während und nach der Milchaufnahme

Während der Milchaufnahme veränderte sich das sonographische Bild nur bei 5 Kälbern. Bei diesen konnte die Milch als hyperechogene Flüssigkeit erkannt werden, die sich mit der bereits vorhandenen Flüssigkeit vermischte. Es handelte sich allerdings nur um eine sehr kleine Milchmenge, da die Tiere eine stark reduzierte Sauglust aufwiesen. Ansonsten veränderte sich das Bild im Vergleich zum Zeitpunkt vor der Milchaufnahme nicht. Das sonographische Bild veränderte sich nach der Milchaufnahme im Vergleich zum Zeitpunkt während der Milchaufnahme nicht.

6.3.4. Vergleich von Pansenwand und Pansenausdehnung bei den 3 Gruppen

6.3.4.1. Pansenwand

Die Pansenwand der Gruppe B war an allen drei Messpunkten signifikant dicker als die der Gruppen A und C ($P < 0.01$) (Tab. 4). Im Weiteren war die Pansenwand der Gruppe C auf Höhe der Pansenfurche und im ventralen Messpunkt signifikant dicker ($P < 0.05$) als diejenige der Gruppe A.

6.3.4.2. Relative Pansenausdehnung

Da die Kälber unterschiedlich alt und dementsprechend unterschiedlich gross waren, wurden nicht die absoluten Pansenausdehnungen, sondern die relativen, auf den halben Bauchumfang bezogen, der 3 Gruppen miteinander verglichen. Beim Vergleich der relativen Pansenausdehnung wurden zwischen dem 10. Interkostal-

raum und der kaudalen Flanke signifikante Unterschiede festgestellt. Die Gruppe B wies immer die grössten Werte auf (Tab. 13). Signifikante Unterschiede wurden im 10. und 11. Interkostalraum zur Gruppe A ($P < 0.05$, $P < 0.01$) und vom 12. Interkostalraum bis zur kaudalen Flanke zu den Gruppen A und C festgestellt. Die relative Pansenausdehnung des dorsalen Pansensacks unterschied sich bei den 3 Gruppen nicht signifikant. Sie variierte bei der Gruppe A zwischen 10.6 % und 26.4 %, bei der Gruppe B zwischen 12.3 % und 26.9 % und bei der Gruppe C zwischen 11.4 % und 30.5%. Vom 10. Interkostalraum bis zur kaudalen Flanke war jedoch die relative Ausdehnung des ventralen Pansensacks der Gruppe B signifikant grösser als diejenige der Gruppe A und C. Die relative Ausdehnung des ventralen Pansensacks variierte bei der Gruppe B zwischen 18.4 % und 34.6 %, bei der Gruppe A zwischen 9.5 % und 15.1 % und bei der Gruppe C zwischen 16.6 % und 19.8 %. Die Gruppen A und C unterschieden sich an keiner Stelle signifikant.

Tab. 13: Mittelwerte (\bar{x}) der relativen Pansenausdehnung (in Prozenten) von 30 Kälbern der Gruppen A, B und C

Parameter	Gruppe	Interkostalräume						Flanke	
		7	8	9	10	11	12	Kranial	Kaudal
Pansen- ausdeh- nung	A	12.5	13.9	19.2	25.8	31.8	33.8	33.6	35.9
	B	15.9	18.7	30.4	41.1	49.0	56.3	58.8	61.5
	C	13.1	23.9	26.5	36.3	42.2	42.7	42.1	44.7
	Sign. Un- terschiede	KSU	KSU	KSU	B zu A ¹	B zu A ²	B zu A ² B zu C ¹	B zu A ² B zu C ¹	B zu A ¹ B zu A ¹
Dorsaler Pansen- sack	A			10.6	12.8	16.7	20.2	24.5	26.4
	B		12.3	13.9	16.9	19.0	24.0	21.3	26.9
	C		11.4	14.0	19.7	25.3	25.5	29.2	30.5
	Sign. Un- terschiede		KSU	KSU	KSU	KSU	KSU	KSU	KSU
Ventraler Pansen- sack	A			11.9	13.0	15.1	14.9	11.9	9.5
	B		21.1	18.4	26.0	30.1	32.4	33.2	34.6
	C		19.8	18.4	19.8	16.6	19.2	19.3	17.5
	Sign. Un- terschiede		KSU	KSU	B zu A ²	B zu A ² B zu C ²	B zu A ² B zu C ²	B zu A ² B zu C ¹	B zu A ² B zu C ²

¹ = Differenz: $P < 0.05$, t-Test

² = Differenz: $P < 0.01$, t-Test

KSU = Keine signifikanten Unterschiede

6.4. Sonographische Befunde am Psalter

6.4.1. Sonographische Befunde am Psalter der Gruppe A

6.4.1.1. Psalter der Gruppe A vor, während und nach der Milchaufnahme

Für die Auswertung konnten nur 9 Kälber berücksichtigt werden, da der Psalter bei einem Kalb nicht dargestellt werden konnte. Die Darstellbarkeit des Psalters war bei 4 Kälbern gut und bei 5 Kälbern schlecht. Die Psalterwand war als echo-gene Linie zu erkennen, die einzelnen Psalterwandschichten konnten nicht voneinander differenziert werden. Die Wanddicke betrug 2.5 ± 0.74 mm. Die Ansätze der Psalterblätter und der Psalterinhalt konnten bei keinem Kalb gesehen werden. Das sonographische Bild veränderte sich während dem Tränken und nach der Milchaufnahme nicht.

Ausdehnung

Der Psalter konnte in den Interkostalräumen 6, 7, 8, 9 und 10 bei 1, 6, 5, 5 und 2 Kälbern dargestellt werden (Tab. 14). Bei 5 Kälbern war er in zwei und bei 4 Kälbern in drei aufeinanderfolgenden Interkostalräumen zu sehen. Die dorsale Psaltergrenze war im 7. Interkostalraum mit 28.2 ± 2.14 cm am weitesten von der Mittellinie des Rückens entfernt und wurde nach kaudal immer kleiner und lag im 10. Interkostalraum bei 22.0 ± 1.41 cm. Die ventrale Psaltergrenze lag zwischen 25.0 ± 2.83 cm im 10. Interkostalraum und 32.0 cm im 6. Interkostalraum. Die Psalterausdehnung variierte zwischen 3.0 ± 1.41 cm und 5.0 ± 1.00 cm. Die grösste Ausdehnung wurde im 8. Interkostalraum gemessen.

Abstand zur Bauchwand

Der Abstand zwischen dem dorsalen Psalterrand und der Bauchwand lag zwischen 4.4 ± 0.65 cm und 7.3 ± 1.87 cm (Tab. 14). Im 6. und 7. Interkostalraum war der Abstand zwischen dem dorsalen Psalterrand und der Bauchwand am kleinsten, im 10. Interkostalraum am grössten.

Im Bereich seines bauchwandnächsten Punktes lag der Psalter der Bauchwand mit 4.0 ± 1.57 cm am nächsten an. Dieser Punkt war bei 4 Kälbern im 7., bei 4 Kälbern im 8. und bei einem Kalb im 9. Interkostalraum. Der ventrale Psalterrand lag 4.2 ± 0.79 cm bis 6.8 ± 2.33 cm von der ventralen Bauchwand entfernt. Dabei kam er im 7. Interkostalraum am nächsten an die Bauchwand heran und lag im 10. Interkostalraum am weitesten von ihr entfernt.

6.4.2. Sonographische Befunde am Psalter der Gruppe B

6.4.2.1. Psalter der Gruppe B vor, während und nach der Futteraufnahme

Der Psalter konnte sonographisch bei allen Tieren gut dargestellt werden (Abb. 5). Die Wand des Psalters war als echogene Linie zu erkennen, die einzelnen Psalterwandschichten konnten nicht voneinander differenziert werden. Die Wanddicke betrug 3.8 ± 0.91 mm. Die Ansätze der Psalterblätter und der Psalterinhalt konnten bei keinem Kalb dargestellt werden. Das sonographische Bild veränderte sich während und nach der Futteraufnahme nicht.

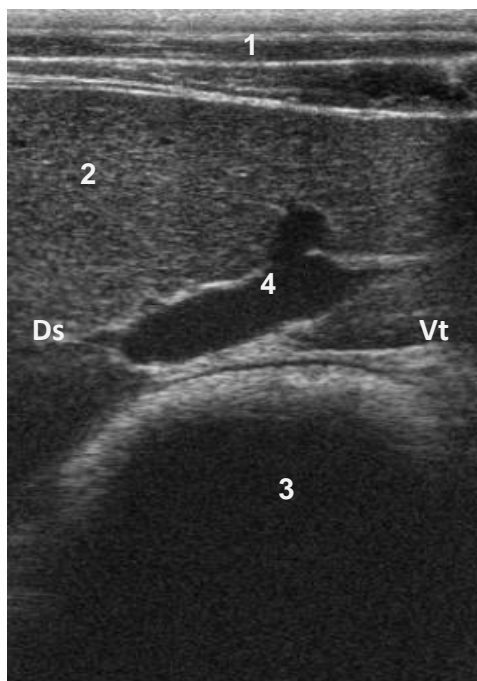


Abb. 5: Sonogramm des Psalters eines Kalbes der Gruppe B vor der Futteraufnahme. 1 Laterale Bauchwand, 2 Leber, 3 Psalter, 4 V. portae, Ds Dorsal, Vt Ventral

Tab. 14: Darstellbarkeit, Lage und Ausdehnung des Psalters in den Interkostalräumen 6 bis 10 bei 30 Kälbern der Gruppen A, B und C ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

Gruppe	Parameter	Interkostalräume				
		6	7	8	9	10
A	n	1	6	5	5	2
	Dorsale Psaltergrenze (cm)	28.0	28.2 \pm 2.14 (26.0 – 31.0)	25.2 \pm 2.59 (22.0 – 29.0)	23.8 \pm 1.92 (22.0 – 27.0)	22.0 \pm 1.41 (21.0 – 23.0)
	Ventrale Psaltergrenze (cm)	32.0	31.3 \pm 2.16 (28.0 – 34.0)	30.2 \pm 3.03 (26.0 – 34.0)	28.0 \pm 1.58 (26.0 – 30.0)	25.0 \pm 2.83 (23.0 – 27.0)
	Psalterausdehnung (cm)	4.0	3.2 \pm 1.47 (1.0 – 5.0)	5.0 \pm 1.00 (4.0 – 6.0)	4.2 \pm 1.10 (3.0 – 5.0)	3.0 \pm 1.41 (2.0 – 4.0)
	Relative Psalterausdehnung (%)	9.0	7.0 \pm 3.31 (2.3 – 11.1)	11.2 \pm 2.21 (8.8 – 14.1)	9.5 \pm 2.64 (6.2 – 11.8)	6.7 \pm 3.63 (4.2 – 9.3)
	Dorsaler Psalterabstand zur Bauchwand (cm)	4.6	4.4 \pm 0.65 (3.4 – 5.1)	5.4 \pm 1.44 (3.5 – 7.8)	6.1 \pm 2.40 (3.3 – 9.1)	7.3 \pm 1.87 (5.9 – 8.6)
	Ventraler Psalterabstand zur Bauchwand (cm)	5.1	4.2 \pm 0.79 (3.2 – 5.0)	5.1 \pm 1.60 (3.5 – 7.6)	6.0 \pm 2.24 (3.3 – 8.8)	6.8 \pm 2.33 (5.1 – 8.4)
B	n	2	8	10	7	1
	Dorsale Psaltergrenze (cm)	37.0 \pm 1.41 (36.0 – 38.0)	35.8 \pm 3.88 (30.0 – 40.0)	34.3 \pm 3.62 (28.0 – 40.0)	31.4 \pm 3.05 (26.0 – 36.0)	29.0
	Ventrale Psaltergrenze (cm)	43.5 \pm 2.12 (42.0 – 45.0)	43.2 \pm 4.58 (35.0 – 49.0)	42.2 \pm 1.62 (38.0 – 43.0)	39.2 \pm 3.31 (35.0 – 44.0)	37.0
	Psalterausdehnung (cm)	7.5 \pm 2.12 (6.0 – 9.0)	6.8 \pm 1.67 (4.0 – 9.0)	8.5 \pm 2.27 (6.0 – 13.0)	8.3 \pm 2.43 (3.0 – 10.0)	8.0

Fortsetzung von Tab. 14

Gruppe	Parameter	Interkostalräume				
		6	7	8	9	10
B	Relative Psalter- ausdehnung (%)	13.2 ± 3.72 (10.5 – 15.8)	11.6 ± 2.90 (7.1 – 15.5)	14.2 ± 3.98 (9.3 – 22.0)	13.5 ± 4.07 (4.8 – 16.9)	12.6
	Dorsaler Psalterab- stand zur Bauchwand (cm)	3.5 ± 1.48 (2.5 – 4.6)	4.5 ± 1.53 (2.1 – 6.7)	4.7 ± 0.89 (2.9 – 6.0)	6.2 ± 1.51 (4.1 – 8.3)	6.3
	Ventraler Psalterab- stand zur Bauchwand (cm)	3.5 ± 1.10 (2.7 – 4.3)	4.1 ± 1.11 (2.5 – 5.8)	4.7 ± 0.72 (3.2 – 5.9)	5.6 ± 1.47 (4.0 – 8.0)	5.8
C	n	1	5	6	2	0
	Dorsale Psaltergrenze (cm)	40.0	30.4 ± 5.27 (25.0 – 39.0)	25.3 ± 3.33 (20.0 – 30.0)	24.5 ± 3.54 (22.0 – 27.0)	
	Ventrale Psaltergrenze (cm)	44.5	34.8 ± 5.59 (29.0 – 44.0)	30.5 ± 5.01 (24.0 – 38.0)	29.5 ± 6.36 (25.0 – 34.0)	
	Psalterausdehnung (cm)	4.5	4.4 ± 0.55 (4.0 – 5.0)	5.2 ± 2.40 (2.0 – 8.0)	5.0 ± 2.83 (3.0 – 7.0)	
	Relative Psalter- ausdehnung (%)		9.8 ± 1.62 (8.0 – 12.2)	11.3 ± 4.20 (4.3 – 15.7)	10.2 ± 4.29 (7.1 – 13.2)	
	Dorsalter Psalter- abstand zur Bauch- wand (cm)	7.0	5.9 ± 0.54 (5.2 – 6.4)	5.6 ± 1.73 (3.7 – 8.2)	6.1 ± 1.69 (4.9 – 7.3)	
	Ventraler Psalterab- stand zur Bauchwand (cm)	7.2	5.7 ± 0.62 (5.0 – 6.6)	4.9 ± 1.18 (3.0 – 6.4)	5.2 ± 1.77 (3.9 – 6.4)	

Ausdehnung

Der Psalter konnte in den Interkostalräumen 6, 7, 8, 9 und 10 bei 2, 8, 10, 7 und 1 Kalb dargestellt werden (Tab. 14). Bei 4 Kälbern war er in zwei, bei 4 Kälbern in drei und bei 2 Kälbern in vier aufeinanderfolgenden Interkostalräumen zu sehen. Die dorsale Psaltergrenze lag in den Interkostalräumen 6 bis 8 mit Werten zwischen 34.3 ± 3.62 cm und 37.0 ± 1.41 cm weiter von der Mittellinie des Rückens entfernt als in den Interkostalräumen 9 und 10, wo der Abstand 29.0 cm bis 31.4 ± 3.05 cm betrug. Die ventrale Psaltergrenze lag zwischen 37.0 cm und 43.5 ± 2.12 cm von der Mittellinie des Rückens entfernt. Die Ausdehnung des Psalters variierte zwischen 6.8 ± 1.67 cm und 8.5 ± 2.27 cm. Die grösste Ausdehnung wurde im 8. Interkostalraum gemessen.

Abstand zur Bauchwand

Der Abstand zwischen dem dorsalen Psalterrand und der Bauchwand lag zwischen 3.5 ± 1.48 cm und 6.3 cm (Tab. 14). Im 6. Interkostalraum war der Abstand zwischen dem dorsalen Psalterrand und der Bauchwand am kleinsten. Nach kaudal nahm er kontinuierlich zu. Im Bereich seines bauchwandnächsten Punktes lag der Psalter mit 3.2 ± 0.80 cm der Bauchwand am nächsten an. Dieser Punkt war bei 4 Kälbern im 7., bei 4 Kälbern im 8., bei einem Kalb im 9. und bei einem Kalb im 6. Interkostalraum. Der ventrale Psalterrand lag 3.5 ± 1.10 cm bis 5.8 cm von der ventralen Bauchwand entfernt. Dabei kam er im 6. Interkostalraum am nächsten an die Bauchwand heran und lag im 10. Interkostalraum am weitesten von ihr entfernt.

6.4.3. Sonographische Befunde am Psalter der Gruppe C

6.4.3.1. Psalter der Gruppe C vor, während und nach der Milchaufnahme

Bei 3 Kälbern konnte der Psalter nicht dargestellt werden. Von den übrigen 7 Kälbern wiesen 6 Tiere eine gute und ein Kalb eine schlechte Darstellbarkeit des Psalters auf. Die Psalterwand war als echogene Linie zu erkennen, die einzelnen Psal-

terwandschichten konnten nicht voneinander differenziert werden. Die Wanddicke betrug 2.7 ± 0.85 mm. Die Ansätze der Psalterblätter konnten bei 2 Kälbern gesehen werden. Der Inhalt konnte bei 6 Kälbern nicht dargestellt werden, bei einem Kalb war wenig echoreiche Flüssigkeit zu erkennen. Das sonographische Bild veränderte sich während dem Tränken und nach der Milchaufnahme nicht.

Ausdehnung

Der Psalter konnte in den Interkostalräumen 6, 7, 8 und 9 bei 1, 5, 6 und 2 Kälbern dargestellt werden (Tab. 14). Bei 5 Kälbern war er in zwei, bei einem Kalb in einem und bei einem Kalb in drei aufeinanderfolgenden Interkostalräumen zu sehen. Die dorsale Psaltergrenze war von der Mittellinie des Rückens zwischen 24.5 ± 3.54 cm im 9. und 40.0 cm im 6. Interkostalraum entfernt. Ventral lag die Psaltergrenze zwischen 29.5 ± 6.36 cm im 9. und 44.5 cm im 6. Interkostalraum. Die Ausdehnung des Psalters reichte von 4.4 ± 0.55 cm bis 5.2 ± 2.40 cm.

Abstand zur Bauchwand

Der Abstand zwischen dem dorsalen Psalterrand und der Bauchwand lag zwischen 5.6 ± 1.73 cm und 7.0 cm (Tab. 14). Im 8. Interkostalraum war der Abstand zwischen dem dorsalen Psalterrand und der Bauchwand am kleinsten. Nach kaudal und nach kranial nahm er leicht zu. Im Bereich seines bauchwandnächsten Punktes lag der Psalter mit 4.5 ± 1.16 cm am nächsten der Bauchwand an. Dieser Punkt war bei 3 Kälbern im 7. und bei 4 Kälbern im 8. Interkostalraum. Der ventrale Psalterrand lag 4.9 ± 1.18 cm bis 7.2 cm von der ventralen Bauchwand entfernt. Dabei kam er im 8. Interkostalraum am nächsten an die Bauchwand heran und lag im 6. Interkostalraum am weitesten von ihr entfernt.

6.4.4. Vergleich der Psaltermessungen bei den 3 Gruppen

Die relative Psalterausdehnung der Gruppe B war in den Interkostalräumen 7 und 9 mit 11.6 und 13.5 % signifikant grösser als diejenige der Gruppe A mit 7.0 und

9.5% ($P < 0.05$). Der Abstand vom ventralen Psalterrand zur Bauchwand war bei der Gruppe C mit 5.7 ± 0.62 cm signifikant grösser als bei den Gruppen A und B mit 4.2 ± 0.79 cm und 4.1 ± 1.11 cm ($P < 0.05$ bzw. 0.01). Die Psalterwand war bei den Kälbern der Gruppe B mit 3.8 ± 0.91 mm signifikant dicker als diejenige der Gruppe A mit 2.5 ± 0.74 mm ($P < 0.01$).

6.5. Sonographische Befunde am Labmagen

6.5.1. Sonographische Befunde am Labmagen der Gruppe A

6.5.1.1. Labmagen der Gruppe A vor der Milchaufnahme

Der Labmagen war von seinen Nachbarorganen deutlich zu unterscheiden. In der Medianen konnte er ab einer Distanz von 0.0 bis 3.5 cm (1.9 ± 1.43 cm) kaudal des Xyphoids dargestellt werden und war über eine Distanz von 14.0 bis 23.0 cm (17.9 ± 2.95 cm) sichtbar. Die Labmagenwand stellte sich als echoreiche Linie mit einer Dicke von 2.2 ± 0.77 mm dar. Die einzelnen Wandschichten konnten nicht voneinander differenziert werden. Bei 8 Kälbern waren die Labmagenfalten deutlich zu erkennen (Tab. 15). Der Inhalt war bei 9 Kälbern inhomogen und bei einem Kalb homogen. Die vorhandene Flüssigkeit im Labmagen stellte sich bei 8 Kälbern echoarm und bei zwei Kälbern echoreich dar. In der Labmagenflüssigkeit waren feste Bestandteile sichtbar, die bei 7 Kälbern einen Durchmesser von weniger als 1 cm und bei 3 Kälbern einen Durchmesser zwischen 1 und 5 cm aufwiesen. Der Labmageninhalt stellte sich bei 9 Kälbern hauptsächlich flüssig dar und bei einem Kalb war das Verhältnis zwischen flüssigem und festem Inhalt ausgeglichen. Bei einem Kalb war wenig Gas im Labmagen sichtbar. Bei 6 Kälbern konnte rechts der Pylorus dargestellt werden (Tab. 16). Seine Länge betrug 3.9 ± 0.48 cm und seine Breite 2.3 ± 0.79 cm. Der Abstand des Pylorus zur Mittellinie des Rückens lag bei 29.7 ± 6.15 cm. Bei je 2 Kälbern war der Psalter im 10., 11. bzw. 12. Interkostalraum sichtbar.

Tab. 15: Labmageninhalt bei 10 Kälbern der Gruppe A vor, während und zu unterschiedlichen Zeiten nach dem Tränken

Parameter		Tränkezeitpunkt, Anzahl Kälber				
		Vorher	Während	15 Min.	30 Min.	2 h
		n	n	n	n	n
Falten gut sichtbar		8	10	2	10	7
Inhalt homogen		1	8	0	0	0
Milch sichtbar		0	10	10	10	10
Gerinnung sichtbar		0	5	10	10	10
Flüssigkeit echoarm		8	0	1	8	8
Grösse der festen Bestandteile	Bis 1.00 cm	7	9	-	-	-
	1.01 – 5.00 cm	3	1	-	-	10
	> 5.00 cm	0	0	10	10	0
Verhältnis zwischen flüssigen und festen Bestandteilen	V. a. flüssiger Inhalt	9	9	0	0	1
	Flüssig und fest zu gleichen Teilen	1	1	2	4	9
	V. a. feste Bestandteile	0	0	8	6	0

Vorher = Vor dem Tränken

Während = Während dem Tränken

15 Min. = 15 Minuten nach dem Tränken

30 Min. = 30 Minuten nach dem Tränken

2 h = 2 Stunden nach dem Tränken

Ausdehnung

Der Labmagen konnte links in den Interkostalräumen 6 bis 12 und in der Flanke dargestellt werden (Tab. 17). In den Interkostalräumen 8 bis 11 war der Labmagen bei allen Kälbern sichtbar. Die linke dorsale Labmagengrenze lag zwischen $30.8 \pm$

2.32 cm und 33.0 cm von der Mittellinie des Rückens entfernt. Der Abstand der ventralen Labmagengrenze zur Rückenmittellinie lag zwischen 39.7 ± 4.51 cm und 46.1 ± 3.25 cm. Die Ausdehnung des Labmagens variierte zwischen 8.7 ± 3.21 cm und 15.3 ± 3.93 cm. Sie war im 12. Interkostalraum am grössten und wurde nach kranial und nach kaudal kleiner.

Auf der rechten Körperseite konnte der Labmagen in den Interkostalräumen 6 bis 12 und in der Flanke dargestellt werden (Tab. 18). Bei 8 Kälbern war der Labmagen in den Interkostalräumen 7, 8 und 10, bei 7 Kälbern im Interkostalraum 9, bei 5 Kälbern im Interkostalraum 12, bei 2 Kälbern in der kranialen Flanke und bei je einem Kalb im Interkostalraum 6 und in der kaudalen Flanke zu sehen. Die rechte dorsale Labmagengrenze lag zwischen 34.5 ± 6.36 cm und 45.0 cm von der Mittellinie des Rückens entfernt. Dabei war der Abstand zu dieser in der kranialen Flanke am kleinsten. Die ventrale Labmagengrenze lag zwischen 44.0 cm und 45.8 ± 3.43 cm von der Mittellinie des Rückens entfernt und der grösste Abstand zur ihr wurde im 10. Interkostalraum gemessen. Die Ausdehnung des Labmagens variierte zwischen 4.0 cm und 10.0 ± 4.65 cm, und sie war im 10. Interkostalraum am grössten.

Tab. 16: Länge und Breite des Pylorus sowie Abstand zur Mittellinie des Rückens bei 13 Kälbern der Gruppe A, B und C vor der Futter- bzw. Milchaufnahme ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

Pylorus	Gruppe A	Gruppe B	Gruppe C
n	6	1	6
Länge (cm)	3.9 ± 0.48 (3.4 – 4.6)	3.1	3.2 ± 0.61 (2.6 – 4.1)
Breite (cm)	2.3 ± 0.79 (1.3 – 3.6)	2.6	2.6 ± 0.24 (2.3 – 2.9)
Abstand von Rückenmittellinie (cm)	29.7 ± 6.15 (24.0 – 40.0)	41.0	38.0 ± 3.52 (33.0 – 42.0)

Tab. 17 A: Darstellbarkeit, Lage und Ausdehnung des Labmagens links in den Interkostalräumen 7 bis 10 bei 10 Kälbern der Gruppe A vor dem Tränken ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

Parameter	Interkostalräume				
	6	7	8	9	10
n	1	9	10	10	10
Dorsale Labmagengrenze (cm)	33.0	31.9 \pm 1.76 (28.0 – 34.0)	31.0 \pm 2.05 (28.0 – 36.0)	31.2 \pm 3.46 (27.0 – 38.0)	31.0 \pm 3.40 (27.0 – 39.0)
Ventrale Labmagengrenze (cm)	45.0	42.4 \pm 5.37 (30.0 – 49.0)	43.9 \pm 3.32 (39.0 – 50.0)	43.9 \pm 4.12 (37.0 – 52.0)	44.7 \pm 3.92 (39.0 – 52.5)
Labmagenausdehnung (cm)	12.0	10.4 \pm 4.07 (2.0 – 16.0)	12.9 \pm 3.77 (8.0 – 19.5)	12.7 \pm 3.10 (7.5 – 17.0)	13.7 \pm 3.70 (7.5 – 19.0)
Relative Labmagen- ausdehnung (%)	26.7	23.3 \pm 8.45 (4.4 – 32.7)	28.6 \pm 7.18 (17.6 – 41.1)	27.9 \pm 6.30 (16.5 – 35.7)	29.7 \pm 7.26 (16.1 – 38.8)

Tab. 17 B: Fortsetzung von Tab. 17 A in den Interkostalräumen 11 und 12 sowie in der Flanke

Parameter	Interkostalräume		Flanke	
	11	12	Kranial	Kaudal
n	10	6	4	3
Dorsale Labmagengrenze (cm)	31.3 \pm 4.03 (27.0 – 41.0)	30.8 \pm 2.32 (29.0 – 35.0)	31.3 \pm 1.26 (30.0 – 33.0)	31.0 \pm 1.73 (30.0 – 33.0)
Ventrale Labmagengrenze (cm)	44.3 \pm 4.52 (36.0 – 53.0)	46.1 \pm 3.25 (43.5 – 52.5)	42.5 \pm 1.73 (41.0 – 44.0)	39.7 \pm 4.51 (35.0 – 44.0)
Labmagenausdehnung (cm)	13.0 \pm 4.64 (6.0 – 20.0)	15.3 \pm 3.93 (8.5 – 20.5)	11.3 \pm 1.26 (10.0 – 13.0)	8.7 \pm 3.21 (5.0 – 11.0)
Relative Labmagen- ausdehnung (%)	28.0 \pm 8.97 (12.8 – 37.7)	32.4 \pm 6.68 (19.5 – 39.0)	24.6 \pm 3.60 (21.5 – 29.5)	18.9 \pm 7.26 (10.9 – 25.0)

Tab. 18 A: Darstellbarkeit, Lage und Ausdehnung des Labmagens rechts in den Interkostalräumen 7 bis 10 bei 10 Kälbern der Gruppe A vor dem Tränken ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

Parameter	Interkostalräume				
	6	7	8	9	10
n	1	8	8	7	8
Dorsale Labmagengrenze (cm)	45.0	38.2 \pm 6.52 (28.0 – 45.5)	36.5 \pm 7.62 (26.0 – 50.0)	35.4 \pm 7.57 (30.0 – 52.0)	35.8 \pm 7.33 (29.0 – 52.5)
Ventrale Labmagengrenze (cm)	45.0	44.4 \pm 2.81 (41.0 – 49.0)	44.8 \pm 2.93 (41.0 – 50.0)	44.9 \pm 3.48 (42.0 – 52.0)	45.8 \pm 3.43 (43.0 – 52.5)
Labmagenausdehnung (cm)	0.0	6.2 \pm 4.63 (0.0 – 13.5)	8.3 \pm 5.40 (0.0 – 16.5)	9.5 \pm 4.40 (0.0 – 13.0)	10.0 \pm 4.65 (0.0 – 14.0)
Relative Labmagen- ausdehnung (%)	0.0	14.3 \pm 11.1 (0.0 – 32.5)	19.0 \pm 12.63 (0.0 – 38.8)	21.7 \pm 10.07 (0.0 – 29.4)	22.3 \pm 10.43 (0.0 – 32.6)

Tab. 18 B: Fortsetzung von Tab. 18 A in den Interkostalräumen 11 und 12 sowie in der Flanke

Parameter	Interkostalräume		Flanke	
	11	12	Kranial	Kaudal
n	7	5	2	1
Dorsale Labmagengrenze (cm)	37.6 \pm 8.13 (29.0 – 53.0)	37.5 \pm 9.54 (29.0 – 52.5)	34.5 \pm 6.36 (30.0 – 39.0)	40.0
Ventrale Labmagengrenze (cm)	45.7 \pm 3.53 (42.5 – 53.0)	45.7 \pm 3.88 (43.0 – 52.5)	44.0	44.0
Labmagenausdehnung (cm)	8.1 \pm 6.07 (0.0 – 14.0)	8.6 \pm 6.40 (0.0 – 15.5)	9.5 \pm 6.36 (5.0 – 14.0)	4.0
Relative Labmagen- ausdehnung (%)	18.0 \pm 13.65 (0.0 – 32.6)	19.4 \pm 14.47 (0.0 – 34.8)	21.6 \pm 14.46 (11.4 – 31.8)	9.1

Abstand zur Bauchwand

Der dorsale linke Labmagenrand lag zwischen 0.0 und 8.5 ± 8.13 mm von der Bauchwand entfernt (Tab. 19). Der grösste Abstand wurde im 11. Interkostalraum gemessen. Der Abstand vom ventralen linken Labmagenrand zur Bauchwand variierte zwischen 0.0 und 2.4 ± 4.83 mm. Er war im 7. Interkostalraum am grössten. Im 6. und 9. Interkostalraum sowie in der kranialen und kaudalen Flanke war der Labmagen direkt der Bauchwand anliegend.

Der dorsale rechte Labmagenrand war im 6. und 12. Interkostalraum und in der kranialen und kaudalen Flanke der Bauchwand anliegend (Tab. 20). Der grösste Abstand wurde im 7. Interkostalraum mit 17.4 ± 16.69 mm gemessen. Der Abstand vom ventralen rechten Labmagenrand zur Bauchwand variierte zwischen 0.0 und 12.9 mm.

6.5.1.2. Labmagen der Gruppe A während der Milchaufnahme

Während dem Tränken konnte bei allen Kälbern beobachtet werden, wie die Milch in den Labmagen hineinströmte. Bei 8 Kälbern wies der Labmageninhalt danach eine homogene und echoreiche Beschaffenheit auf (Tab. 15, Abb. 6). Die Labmagenfalten waren bei allen Kälbern gut darstellbar. Bei 2 Kälbern erschien der Inhalt als echoreiche, inhomogene Flüssigkeit. Schon gegen Ende des Tränkens waren erste Anzeichen der Milchgerinnung, erkennbar an der zunehmenden Verfestigung des echoreichen Materials, zu sehen. Bei 9 Kälbern konnten im Labmagen während dem Tränken keine festen Bestandteile gesehen werden.

Tab. 19 A: Abstand des Labmagens vom dorsalen und ventralen Labmagenrand zur linken Bauchwand in den Interkostalräumen 6 bis 10 bei 30 Kälbern der Gruppen A, B und C ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

Gruppe	Parameter	Interkostalräume				
		6	7	8	9	10
A	n	1	9	10	10	10
	Abstand zur Bauchwand dorsal (mm)	0.0	8.5 \pm 8.13 (0.0 – 17.4)	5.7 \pm 7.80 (0.0 – 19.3)	5.7 \pm 8.41 (0.0 – 20.9)	2.2 \pm 3.54 (0.0 – 8.6)
	Abstand zur Bauchwand ventral (mm)	0.0	2.4 \pm 4.83 (0.0 – 12.9)	2.2 \pm 4.58 (0.0 – 11.1)	0.0	0.2 \pm 0.63 (0.0 – 2.0)
B	n	1	9	10	10	10
	Abstand zur Bauchwand dorsal (mm)	0.0	0.9 \pm 2.77 (0.0 – 8.3)	0.0	1.2 \pm 3.73 (0.0 – 11.8)	0.0
	Abstand zur Bauchwand ventral (mm)	20.2	1.7 \pm 5.03 (0.0 – 15.1)	1.3 \pm 3.95 (0.0 – 12.5)	1.2 \pm 3.89 (0.0 – 12.3)	0.0
C	n	7	10	10	10	10
	Abstand zur Bauchwand dorsal (mm)	4.6 \pm 5.97 (0.0 – 13.6)	10.1 \pm 11.74 (0.0 – 36.2)	13.5 \pm 21.21 (0.0 – 68.3)	2.5 \pm 5.39 (0.0 – 15.5)	2.3 \pm 7.27 (0.0 – 23.0)
	Abstand zur Bauchwand ventral (mm)	1.4 \pm 3.63 (0.0 – 9.6)	0.9 \pm 2.72 (0.0 – 8.6)	1.7 \pm 5.41 (0.0 – 17.1)	0.0	0.0

Tab. 19 B: Fortsetzung von Tab. 19 A in den Interkostalräumen 11 und 12 sowie in der Flanke

Gruppe	Parameter	Interkostalräume		Flanke	
		11	12	Kranial	Kaudal
A	n	10	6	4	3
	Abstand zur Bauchwand dorsal(mm)	2.0 ± 5.56 (0.0 – 17.7)	1.8 ± 3.85 (0.0 – 9.6)	0.7 ± 1.4 (0.0 – 2.8)	1.6 ± 2.77 (0.0 – 4.8)
	Abstand zur Bauchwand ventral (mm)	1.3 ± 3.53 (0.0 – 11.2)	0.4 ± 0.90 (0.0 – 2.2)	0.0	0.0
B	n	10	10	6	2
	Abstand zur Bauchwand dorsal(mm)	0.0	0.0	0.0	0.0
	Abstand zur Bauchwand ventral (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0
C	n	9	8	5	4
	Abstand zur Bauchwand dorsal(mm)	2.48 ± 6.65 (0.0 – 20.1)	0.0	0.0	0.0
	Abstand zur Bauchwand ventral (mm)	0.0	0.0	0.0	0.0

Tab. 20 A: Abstand des Labmagens vom dorsalen und ventralen Labmagenrand zur rechten Bauchwand in den Interkostalräumen 6 bis 10 bei 30 Kälbern der Gruppen A, B und C ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

Gruppe	Parameter	Interkostalräume				
		6	7	8	9	10
A	n	1	8	8	7	8
	Abstand zur Bauchwand dorsal(mm)	0.0	17.4 \pm 16.69 (0.0 – 39.5)	12.3 \pm 12.36 (0.0 – 30.1)	5.2 \pm 10.82 (0.0 – 28.9)	8.7 \pm 12.14 (0.0 – 26.5)
	Abstand zur Bauchwand ventral (mm)	0.0	2.7 \pm 5.07 (0.0 – 12.9)	1.3 \pm 3.75 (0.0 – 10.6)	0.0	0.3 \pm 0.71 (0.0 – 2.0)
B	n	1	9	10	10	9
	Abstand zur Bauchwand dorsal(mm)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	Abstand zur Bauchwand ventral (mm)	20.2	1.7 \pm 5.03 (0.0 – 15.1)	1.3 \pm 3.95 (0.0 – 12.5)	0.0	0.0
C	n	6	9	9	9	9
	Abstand zur Bauchwand dorsal(mm)	24.0 \pm 18.38 (0.0 – 46.6)	23.1 \pm 20.07 (0.0 – 56.0)	20.2 \pm 18.06 (0.0 – 40.1)	14.8 \pm 23.47 (0.0 – 59.9)	1.6 \pm 4.56 (0.0 – 12.9)
	Abstand zur Bauchwand ventral (mm)	5.2 \pm 7.55 (0.0 – 16.5)	1.1 \pm 3.04 (0.0 – 8.6)	2.1 \pm 6.05 (0.0 – 17.1)	0.8 \pm 2.33 (0.0 – 6.6)	1.8 \pm 5.02 (0.0 – 14.2)

Tab. 20 B: Fortsetzung von Tab. 20 A in den Interkostalräumen 11 und 12 sowie in der Flanke

Gruppe	Parameter	Interkostalräume		Flanke	
		11	12	Kranial	Kaudal
A	n	7	4	2	1
	Abstand zur Bauchwand dorsal(mm)	1.5 ± 3.93 (0.0 – 10.4)	0.0	0.0	0.0
	Abstand zur Bauchwand ventral (mm)	0.3 ± 0.76 (0.0 – 2.0)	0.6 ± 1.10 (0.0 – 2.2)	0.0	0.0
B	n	9	6	2	0
	Abstand zur Bauchwand dorsal(mm)	0.0	0.0	0.0	
	Abstand zur Bauchwand ventral (mm)	0.0	0.0	0.0	
C	n	8	7	4	2
	Abstand zur Bauchwand dorsal(mm)	13.9 ± 15.32 (0.0 – 35.9)	6.5 ± 17.20 (0.0 – 45.5)	0.0	0.0
	Abstand zur Bauchwand ventral (mm)	0.7 ± 1.98 (0.0 – 5.6)	0.0	0.0	0.0

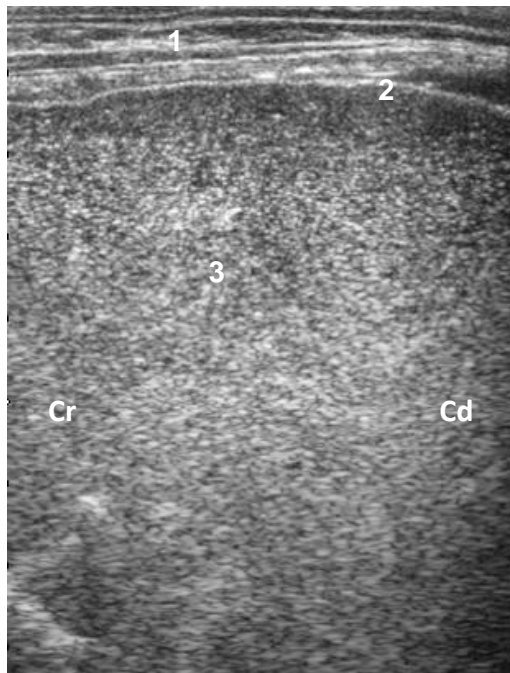


Abb. 6: Sonogramm des Labmagens eines Kalbes der Gruppe A einige Sekunden nach beendetem Tränken. 1 Laterale Bauchwand, 2 Labmagenwand, 3 Aufgenommene, aber noch nicht geronnene Milch im Labmagen, Cr Kranial, Cd Kaudal

6.5.1.3. Labmagen der Gruppe A nach der Milchaufnahme

15 Minuten nach der Milchaufnahme

Innerhalb von 15 Minuten nach dem Tränken kam es zu einer deutlichen Veränderung des Labmageninhalts (Tab. 15). Dieser erschien bei allen Kälbern inhomogen und die Falten waren nur noch bei 2 Tieren gut sichtbar. Bei allen Kälbern war die Milch geronnen und erschien wie früher beschrieben (WITTEK et al., 2005a; MIYAZAKI et al., 2007). Im Vergleich zum Aussehen während des Tränkens war nun im Labmagen praktisch keine freie Flüssigkeit mehr, sondern nur noch fester Inhalt sichtbar (Abb. 7). Rund um den hyperechogenen, deutlich sichtbaren und klar abgegrenzten Gerinnungsklumpen konnte nebst den Labmagenfalten wenig hypoechogene Flüssigkeit dargestellt werden. Die sichtbaren festen Bestandteile wiesen stets einen Durchmesser von über 5 cm auf.



Abb. 7: Sonogramm des Labmagens eines Kalbes der Gruppe A 15 Minuten nach Milchaufnahme. 1 Laterale Bauchwand, 2 Labmagenwand, 3 Hypoechogene Flüssigkeit im Labmagen, 4 Geronnene Milch im Labmagen, Cr Kranial, Cd Kaudal

30 Minuten nach der Milchaufnahme

Zum Zeitpunkt 30 Minuten nach der Milchaufnahme waren die Labmagenfalten wieder gut zu erkennen (Tab. 15). Die sichtbaren festen Bestandteile wiesen einen Durchmesser von über 5 cm auf (Abb. 8). Der Gerinnungsklumpen schien sich aber im Vergleich zu 15 Minuten vorher langsam aufzulösen. Er war nicht mehr deutlich abgegrenzt und erschien insgesamt weniger echogen. Zum Labmagenrand hin wurde ein grösserer Flüssigkeitssaum sichtbar. Bei 6 Kälbern war der Inhalt hauptsächlich fest und bei den restlichen 4 war flüssiger und fester Inhalt zu gleichen Teilen vorhanden. Der Inhalt stellte sich inhomogen, einerseits aus hypoechogener Flüssigkeit und andererseits aus einem sich auflösenden Gerinnungsklumpen dar.

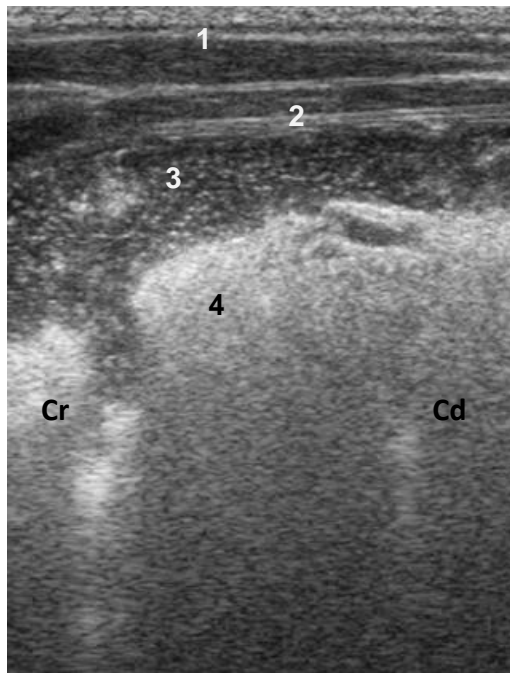


Abb. 8: Sonogramm des Labmagens eines Kalbes der Gruppe A 30 Minuten nach Milchaufnahme. 1 Laterale Bauchwand, 2 Labmagenwand, 3 Hypoechogene Flüssigkeit im Labmagen, 4 Geronnene Milch im Labmagen, Cr Kranial, Cd Kaudal

2 Stunden nach der Milchaufnahme

Nach 2 Stunden war der Inhalt bei allen Kälbern inhomogen (Tab. 15). Die Gerinnungsklumpen waren deutlich kleiner als vorher und wiesen eine Grösse zwischen 1 und 5 cm auf. Bei 9 Kälbern war flüssiger und fester Inhalt zu gleichen Teilen vorhanden und bei einem Kalb war der Inhalt hauptsächlich flüssig (Abb. 9).

Ausdehnung des Labmagens nach der Milchaufnahme

Der Labmagen konnte links in den Interkostalräumen 6 bis 12 und in der Flanke dargestellt werden (Tab. 21). In den Interkostalräumen 7 bis 12 war er bei allen Kälbern sichtbar. Die linke dorsale Labmagenengrenze lag zwischen 25.7 ± 6.07 cm und 33.0 ± 3.39 cm von der Mittellinie des Rückens entfernt. Der Abstand der ventralen Labmagenengrenze zur Rückenmittellinie lag zwischen 43.5 ± 2.15 cm und 46.8 ± 2.58 cm. Die Ausdehnung des Labmagens variierte zwischen $10.5 \pm$

2.03 cm und 20.2 ± 4.47 cm. Sie war im 10. Interkostalraum am grössten und wurde nach kranial und nach kaudal kleiner.

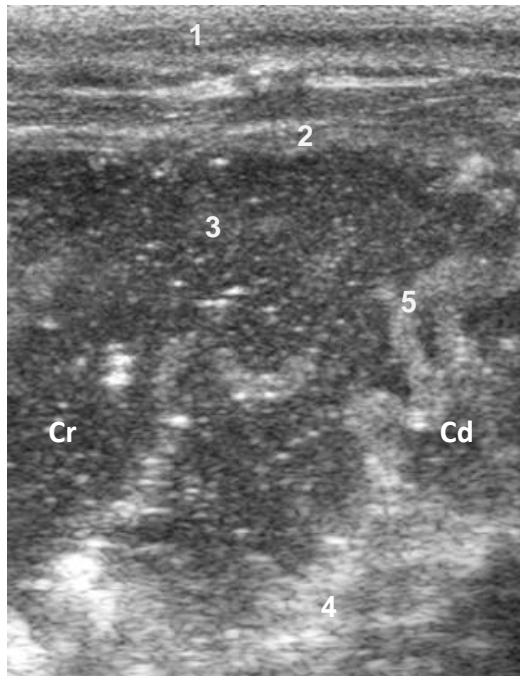


Abb. 9: Sonogramm des Labmagens eines Kalbes der Gruppe A 2 Stunden nach Milchaufnahme. 1 Laterale Bauchwand, 2 Labmagenwand, 3 Hypoechogene Flüssigkeit im Labmagen, 4 Geronnene Milch im Labmagen, 5 Labmagenfalte, Cr Kranial, Cd Kaudal

Auf der rechten Körperseite konnte der Labmagen in den Interkostalräumen 6 bis 12 und in der Flanke dargestellt werden (Tab. 22). In den Interkostalräumen 8 bis 11 war der Labmagen bei allen Kälbern sichtbar. Bei 9 Kälbern war der Labmagen in den Interkostalräumen 7 und 12, bei 7 Kälbern in der kranialen Flanke und bei 5 Kälbern im 6. Interkostalraum zu sehen. Die rechte dorsale Labmagengrenze lag zwischen 28.5 ± 3.17 cm und 35.8 ± 3.63 cm. Dabei war der Abstand zur Mittellinie des Rückens im 9. Interkostalraum am kleinsten. Die ventrale Labmagengrenze lag zwischen 43.1 ± 2.63 cm und 46.4 ± 2.94 cm. Der grösste Abstand zur Mittellinie des Rückens war in der kranialen Flanke. Die Ausdehnung des Labmagens

variierte zwischen 7.3 ± 2.51 cm und 17.5 ± 4.69 cm. Sie war im 11. Interkostalraum am grössten.

6.5.1.4. Vergleich vor und nach dem Tränken

Beim Vergleich der relativen Labmagenausdehnung von links und rechts bei der Gruppe A nach der Milchaufnahme wurde im 6. Interkostalraum ein signifikanter Unterschied festgestellt. Die relative Ausdehnung war links mit 24.2 % signifikant grösser als rechts mit 16.7 % (Tab. 21 und 22). In den restlichen Interkostalräumen waren die Unterschiede nicht signifikant.

Beim Vergleich der Labmagenausdehnung vor und nach der Milchaufnahme von der Gruppe A wurden auf beiden Seiten mehrere signifikante Unterschiede festgestellt. Links war der Labmagen nach der Milchaufnahme in den Interkostalräumen 10 bis 12 signifikant grösser als vor der Milchaufnahme ($P < 0.05$, $P < 0.01$) (Abb. 10). Die durchschnittliche Labmagenausdehnung lag vor der Milchaufnahme zwischen 13.0 und 15.3 cm (Tab. 17) und danach zwischen 17.3 und 20.2 cm (Tab. 21). Auf der rechten Seite war die Labmagenausdehnung nach der Milchaufnahme zwischen den Interkostalräumen 7 bis 11 signifikant grösser als vor der Milchaufnahme ($P < 0.05$). Die durchschnittliche Labmagenausdehnung variierte vor der Milchaufnahme zwischen 6.2 und 10.0 cm (Tab. 18) und danach zwischen 12.8 und 17.5 cm (Tab. 22).

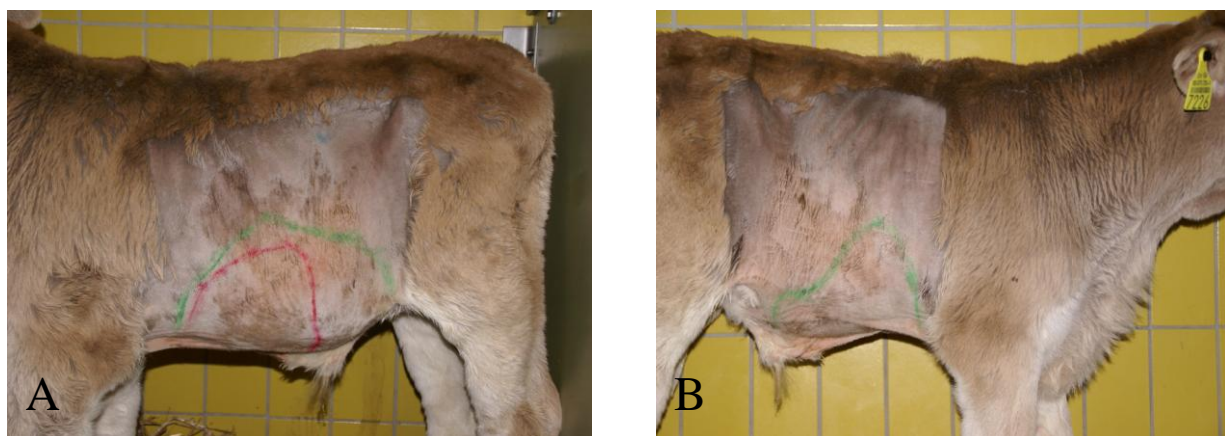


Abb. 10: Kalb der Gruppe A mit eingezeichnetem Labmagen vor dem Tränken (rot) und 5 Minuten nach dem Tränken (grün) von links (A) und von rechts (B)

Tab. 21 A: Darstellbarkeit, Lage und Ausdehnung des Labmagens links in den Interkostalräumen 7 bis 10 bei 10 Kälbern der Gruppe A unmittelbar nach der Milchaufnahme ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

Parameter	Interkostalräume				
	6	7	8	9	10
n	5	10	10	10	10
Dorsale Labmagengrenze (cm)	33.0 \pm 3.39 (29.0 – 37.0)	29.0 \pm 10.24 (3.0 – 43.0)	28.5 \pm 5.30 (22.0 – 41.0)	27.0 \pm 5.42 (20.0 – 39.0)	25.7 \pm 6.07 (20.0 – 40.0)
Ventrale Labmagengrenze (cm)	43.5 \pm 2.15 (41.0 – 46.5)	44.0 \pm 3.52 (37.0 – 49.0)	44.7 \pm 2.70 (41.0 – 50.0)	45.3 \pm 3.20 (42.0 – 52.0)	45.9 \pm 3.14 (43.0 – 52.5)
Labmagenausdehnung (cm)	10.5 \pm 2.03 (7.5 – 13.0)	12.3 \pm 3.55 (6.0 – 18.5)	16.1 \pm 3.17 (9.0 – 20.5)	17.3 \pm 5.86 (3.0 – 22.5)	20.2 \pm 4.47 (12.5 – 26.5)
Relative Labmagen- ausdehnung (%)	24.2 \pm 5.18 (16.9 – 31.0)	27.8 \pm 7.98 (12.2 – 40.7)	36.3 \pm 8.27 (18.0 – 48.2)	38.8 \pm 13.46 (5.8 – 52.4)	44.3 \pm 10.29 (23.8 – 57.0)

Tab. 21 B: Fortsetzung von Tab. 21 A in den Interkostalräumen 11 und 12 sowie in der Flanke

Parameter	Interkostalräume		Flanke	
	11	12	Kranial	Kaudal
n	10	10	7	4
Dorsale Labmagengrenze (cm)	27.1 \pm 3.67 (21.0 – 35.0)	26.4 \pm 3.27 (18.0 – 30.0)	28.9 \pm 4.14 (20.0 – 33.0)	29.0 \pm 2.45 (27.0 – 32.0)
Ventrale Labmagengrenze (cm)	46.1 \pm 3.20 (42.5 – 53.0)	43.7 \pm 7.13 (29.0 – 52.5)	46.8 \pm 2.58 (43.5 – 49.5)	45.3 \pm 3.86 (40.0 – 49.0)
Labmagenausdehnung (cm)	19.0 \pm 2.29 (14.5 – 22.5)	17.3 \pm 5.19 (7.0 – 23.0)	17.7 \pm 4.55 (11.0 – 24.0)	15.8 \pm 2.99 (13.0 – 20.0)
Relative Labmagen- ausdehnung (%)	41.3 \pm 5.35 (32.6 – 50.6)	37.2 \pm 9.75 (15.6 – 46.0)	37.8 \pm 9.65 (24.2 – 54.5)	33.9 \pm 5.87 (29.9 – 42.6)

Tab. 22 A: Darstellbarkeit, Lage und Ausdehnung des Labmagens rechts in den Interkostalräumen 7 bis 10 bei 10 Kälbern der Gruppe A unmittelbar nach der Milchaufnahme ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

Parameter	Interkostalräume				
	6	7	8	9	10
n	5	9	10	10	10
Dorsale Labmagengrenze (cm)	35.8 \pm 3.63 (32.0 – 41.0)	32.0 \pm 3.46 (27.0 – 37.0)	29.1 \pm 3.35 (23.0 – 34.0)	28.5 \pm 3.17 (25.0 – 35.0)	29.2 \pm 4.32 (24.0 – 37.0)
Ventrale Labmagengrenze (cm)	43.1 \pm 2.63 (40.0 – 46.5)	44.8 \pm 2.67 (41.0 – 49.0)	44.7 \pm 2.70 (41.0 – 50.0)	45.4 \pm 3.15 (42.0 – 52.0)	45.9 \pm 3.14 (43.0 – 52.5)
Labmagenausdehnung (cm)	7.3 \pm 2.51 (3.5 – 9.5)	12.8 \pm 1.91 (9.0 – 16.0)	15.6 \pm 2.70 (11.5 – 19.5)	16.9 \pm 3.84 (9.0 – 22.0)	16.7 \pm 4.63 (11.0 – 25.5)
Relative Labmagen- ausdehnung (%)	16.7 \pm 6.04 (7.9 – 22.0)	28.7 \pm 4.82 (20.0 – 37.2)	34.9 \pm 5.98 (25.8 – 45.9)	37.1 \pm 7.29 (20.5 – 45.7)	36.3 \pm 9.09 (22.9 – 48.6)

Tab. 22 B: Fortsetzung von Tab. 22 A in den Interkostalräumen 11 und 12 sowie in der Flanke

Parameter	Interkostalräume		Flanke
	11	12	Kranial
n	10	9	7
Dorsale Labmagengrenze (cm)	28.7 \pm 4.64 (20.0 – 38.0)	30.6 \pm 6.77 (20.0 – 43.0)	33.3 \pm 8.36 (20.0 – 47.0)
Ventrale Labmagengrenze (cm)	46.2 \pm 3.15 (42.5 – 53.0)	45.0 \pm 6.06 (31.0 – 52.5)	46.4 \pm 2.94 (43.0 – 49.5)
Labmagenausdehnung (cm)	17.5 \pm 4.69 (10.5 – 26.0)	14.4 \pm 6.21 (2.0 – 24.5)	13.1 \pm 7.82 (2.5 – 24.0)
Relative Labmagen- ausdehnung (%)	37.8 \pm 9.45 (21.6 – 52.9)	31.0 \pm 12.4 (4.4 – 46.7)	28.3 \pm 16.9 (5.05 – 54.5)

6.5.2. Sonographische Befunde am Labmagen der Gruppe B

6.5.2.1. Labmagen der Gruppe B vor der Futteraufnahme

In der Medianen konnte der Labmagen ab einer Distanz von 0.0 bis 5.0 cm (2.8 ± 1.99 cm) kaudal des Xyphoids dargestellt werden und er war über eine Distanz von 22.0 bis 32.0 cm (27.3 ± 2.98 cm) sichtbar. Die Labmagenwand stellte sich bei allen 10 Kälbern als deutliche, echoreiche Linie mit einer Dicke von 2.5 ± 0.66 mm dar. Die einzelnen Wandschichten konnten nicht voneinander differenziert werden. Bei allen Kälbern waren die Labmagenfalten deutlich zu erkennen. Der Inhalt war bei 7 Kälbern homogen und bei 3 Kälbern inhomogen. Die vorhandene Flüssigkeit stellte sich bei allen Kälbern echoreich dar. In der Flüssigkeit waren keine grösseren festen Bestandteile erkennbar. Bei einem Kalb konnte rechts im 5. Interkostalraum der Pylorus dargestellt werden. Seine Länge betrug 3.1 cm und die Breite 2.6 cm (Tab. 16). Der Abstand des Pylorus zur Mittellinie des Rückens betrug 41.0 cm.

Ausdehnung des Labmagens

Der Labmagen konnte links in den Interkostalräumen 6 bis 12 und in der Flanke dargestellt werden (Tab. 23). In den Interkostalräumen 8 bis 12 war der Labmagen bei allen Kälbern sichtbar. Die linke dorsale Labmagengrenze lag zwischen 45.2 ± 3.63 cm und 55.8 ± 4.22 cm von der Mittellinie des Rückens entfernt. Der Abstand der ventralen Labmagengrenze zur Rückenmittellinie lag zwischen 57.0 cm und 64.7 ± 4.50 cm. Die Ausdehnung des Labmagens variierte zwischen 8.0 cm und 16.3 ± 3.83 cm. Sie war im 10. Interkostalraum am grössten und wurde nach kranial und nach kaudal kleiner.

Rechts konnte der Labmagen in den Interkostalräumen 6 bis 12 und in der kranialen Flanke dargestellt werden (Tab. 24). In den Interkostalräumen 8 und 9 war er bei allen Kälbern sichtbar. Im 6. Interkostalraum war er bei einem, im 7., 10. und 11. bei 9, im 12. bei 6 und in der kranialen Flanke bei 2 Kälbern zu sehen. Die rechte dorsale Labmagengrenze lag zwischen 50.9 ± 6.82 cm und 63.5 ± 2.43 cm

von der Mittellinie des Rückens entfernt. Dabei war der Abstand zur Mittellinie des Rückens im 7. Interkostalraum am kleinsten. Die ventrale Labmagengrenze lag zwischen 57.0 cm und 67.6 ± 2.84 cm von der Mittellinie des Rückens entfernt. Der grösste Abstand zur Mittellinie des Rückens war im 12. Interkostalraum. Die Ausdehnung des Labmagens variierte zwischen 2.0 cm und 9.8 ± 6.42 cm und war im 10. Interkostalraum am grössten.

Abstand zur Bauchwand

Der Abstand vom dorsalen linken Labmagenrand war 0.0 bis 1.2 ± 3.73 mm von der Bauchwand entfernt (Tab. 19). Der grösste Abstand wurde im 9. Interkostalraum gemessen. Der Abstand vom ventralen linken Labmagenrand zur Bauchwand variierte zwischen 0.0 und 20.2 mm. Im 6. Interkostalraum war der Abstand am grössten. Im 10. bis 12. Interkostalraum sowie in der kranialen und kaudalen Flanke lag der Labmagen direkt der Bauchwand an. Der dorsale rechte Labmagenrand war der Bauchwand stets direkt anliegend (Tab. 20).

6.5.2.2. Labmagen der Gruppe B während und 2 Stunden nach der Futteraufnahme

Das sonographische Bild des Labmagens änderte sich während und nach der Futteraufnahme nicht.

Tab. 23 A: Darstellbarkeit, Lage und Ausdehnung des Labmagens links in den Interkostalräumen 7 bis 10 bei 10 Kälbern der Gruppe B vor der Futteraufnahme ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

Parameter	Interkostalräume				
	6	7	8	9	10
n	1	9	10	10	10
Dorsale Labmagengrenze (cm)	46.0	45.2 \pm 3.63 (40.0 – 50.0)	45.8 \pm 3.22 (41.0 – 52.0)	46.2 \pm 4.44 (38.0 – 51.0)	46.7 \pm 5.01 (38.0 – 53.0)
Ventrale Labmagengrenze (cm)	57.0	58.4 \pm 2.04 (56.0 – 62.5)	59.9 \pm 2.14 (56.0 – 63.0)	62.0 \pm 2.31 (59.0 – 65.0)	63.0 \pm 5.61 (49.0 – 69.5)
Labmagenausdehnung (cm)	11.0	13.2 \pm 3.75 (8.0 – 19.5)	14.1 \pm 3.72 (9.0 – 20.0)	15.8 \pm 4.39 (8.0 – 25.0)	16.3 \pm 3.83 (11.0 – 21.5)
Relative Labmagen- ausdehnung (%)	19.3	22.5 \pm 6.11 (13.8 – 31.2)	23.2 \pm 5.53 (14.8 – 31.0)	25.4 \pm 6.96 (13.6 – 39.7)	25.2 \pm 5.88 (17.1 – 33.9)

88

Tab. 23 B: Fortsetzung von Tab. 23 A in den Interkostalräumen 11 und 12 sowie in der Flanke

Parameter	Interkostalräume		Flanke	
	11	12	Kranial	Kaudal
n	10	10	6	2
Dorsale Labmagengrenze (cm)	48.3 \pm 4.95 (39.0 – 57.0)	50.9 \pm 4.09 (44.0 – 58.0)	55.8 \pm 4.22 (48.0 – 60.0)	51.0 \pm 4.24 (48.0 – 54.0)
Ventrale Labmagengrenze (cm)	64.4 \pm 5.56 (50.0 – 69.5)	64.7 \pm 4.50 (58.0 – 71.0)	62.9 \pm 3.17 (57.0 – 66.5)	59.0 \pm 4.24 (56.0 – 62.0)
Labmagenausdehnung (cm)	16.2 \pm 3.15 (11.0 – 21.0)	13.8 \pm 3.38 (8.0 – 18.0)	8.17 \pm 3.71 (5.0 – 15.0)	8.0
Relative Labmagen- ausdehnung (%)	24.5 \pm 4.91 (16.5 – 31.8)	20.5 \pm 4.63 (12.5 – 26.5)	12.5 \pm 5.69 (7.8 – 23.1)	12.5 \pm 0.21 (12.3 – 12.6)

Tab. 24 A: Darstellbarkeit, Lage und Ausdehnung des Labmagens rechts in den Interkostalräumen 7 bis 10 bei 10 Kälbern der Gruppe B vor der Futteraufnahme ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

Parameter	Interkostalräume				
	6	7	8	9	10
n	1	9	10	10	9
Dorsale Labmagengrenze (cm)	55.0	50.9 \pm 6.82 (42.0 – 62.5)	52.3 \pm 5.58 (41.0 – 59.0)	52.5 \pm 5.66 (41.0 – 60.0)	55.0 \pm 4.92 (47.0 – 60.0)
Ventrale Labmagengrenze (cm)	57.0	58.4 \pm 2.04 (56.0 – 62.5)	59.8 \pm 2.10 (56.0 – 63.0)	62.3 \pm 2.76 (59.0 – 67.5)	64.5 \pm 2.90 (60.0 – 69.5)
Labmagenausdehnung (cm)	2.0	7.7 \pm 5.94 (0.0 – 15.0)	7.5 \pm 5.95 (0.0 – 20.0)	9.8 \pm 6.42 (2.0 – 21.5)	9.5 \pm 6.27 (3.0 – 22.5)
Relative Labmagen- ausdehnung (%)	3.5	13.4 \pm 10.33 (0.0 – 25.7)	12.3 \pm 9.86 (0.0 – 32.8)	15.5 \pm 10.07 (3.4 – 34.4)	14.5 \pm 9.03 (4.8 – 32.4)

Tab. 24 B: Fortsetzung von Tab. 24 A in den Interkostalräumen 11 und 12 sowie in der Flanke

Parameter	Interkostalräume		Flanke
	11	12	Kranial
n	9	6	2
Dorsale Labmagengrenze (cm)	58.7 \pm 4.30 (53.0 – 65.0)	63.5 \pm 2.43 (59.0 – 66.0)	61.5 \pm 4.95 (58.0 – 65.0)
Ventrale Labmagengrenze (cm)	66.1 \pm 2.46 (62.5 – 69.5)	67.6 \pm 2.84 (63.0 – 71.0)	64.0 \pm 1.41 (63.0 – 65.0)
Labmagenausdehnung (cm)	7.4 \pm 4.61 (1.5 – 16.5)	4.1 \pm 2.11 (1.0 – 7.0)	2.5 \pm 3.54 (0.0 – 5.0)
Relative Labmagen- ausdehnung (%)	11.2 \pm 6.67 (2.3 – 23.7)	6.0 \pm 2.95 (1.5 – 9.9)	4.0 \pm 5.61 (0.0 – 7.9)

6.5.3. Sonographische Befunde am Labmagen der Gruppe C

6.5.3.1. Labmagen der Gruppe C vor der Milchaufnahme

In der Medianen konnte der Labmagen bei 9 Kälbern direkt kaudal des Xyphoids dargestellt werden und er war über eine Distanz von 15.0 bis 41.0 cm (22.2 ± 8.29 cm) sichtbar. Bei einem Kalb war der Labmagen in der Medianen nicht zu sehen. Die Labmagenwand stellte sich als echoreiche Linie mit einer Dicke von 1.7 ± 0.68 mm dar. Die einzelnen Wandschichten konnten nicht voneinander differenziert werden. Der Inhalt war bei allen Kälbern inhomogen (Tab. 25). Die vorhandene Flüssigkeit im Labmagen stellte sich bei 9 Kälbern echoarm und bei einem Kalb echoreich dar. In der Labmagenflüssigkeit waren feste Bestandteile sichtbar, die bei 2 Kälbern einen Durchmesser von weniger als 1 cm und bei 8 Kälbern einen solchen zwischen 1 und 5 cm aufwiesen. Der Labmageninhalt stellte sich bei 6 Kälbern hauptsächlich flüssig dar, und bei 4 Kälbern war flüssiger und fester Inhalt zu gleichen Teilen vorhanden.

Bei 6 Kälbern konnte rechts der Pylorus dargestellt werden (Tab. 16). Seine Länge betrug 3.2 ± 0.61 cm und die Breite 2.6 ± 0.24 cm. Der Abstand zur Mittellinie des Rückens des Pylorus lag bei 38.0 ± 3.52 cm. Bei 2 Kälbern war der Pylorus im 11. Interkostalraum und bei je einem weiteren Kalb im 8., 9. und 10. Interkostalraum sowie in der kranialen Flanke sichtbar.

Ausdehnung des Labmagens

Der Labmagen konnte links in den Interkostalräumen 6 bis 12 und in der Flanke dargestellt werden (Tab. 26). In den Interkostalräumen 7 bis 10 war der Labmagen bei allen Kälbern sichtbar. Die linke dorsale Labmagengrenze lag zwischen 27.5 ± 9.29 cm und 36.7 ± 11.90 cm von der Mittellinie des Rückens entfernt. Der Abstand von der Mittellinie des Rückens und der ventralen Labmagengrenze lag zwischen 41.0 ± 7.88 cm und 48.8 ± 5.86 cm. Die Ausdehnung des Labmagens variierte zwischen 8.7 ± 3.03 cm und 13.8 ± 6.85 cm. Sie war im 12. Interkostalraum am grössten und wurde nach kranial und nach kaudal kleiner.

Rechts konnte der Labmagen ebenfalls in den Interkostalräumen 6 bis 12 und in der Flanke dargestellt werden (Tab. 27). Er war allerdings in keinem Interkostalraum bei allen 10 Kälbern sichtbar. Bei 9 Kälbern war der Labmagen in den Interkostalräumen 7, 8, 9 und 10, bei 8 Kälbern im Interkostalraum 11, bei 7 Kälbern im Interkostalraum 12, bei 6 Kälbern im Interkostalraum 6, bei 4 Kälbern in der kranialen Flanke und bei 2 Kälbern in der kaudalen Flanke zu sehen. Die rechte dorsale Labmagengrenze lag zwischen 36.5 ± 6.86 cm und 40.8 ± 1.06 cm. Dabei war der Abstand zur Mittellinie des Rückens im 9. Interkostalraum am kleinsten. Die ventrale Labmagengrenze lag zwischen 45.0 ± 4.95 cm und 49.7 ± 5.60 cm. Der grösste Abstand zur Mittellinie des Rückens war im 12. Interkostalraum. Die Ausdehnung des Labmagens variierte zwischen 4.3 ± 6.01 cm und 11.3 ± 3.81 cm. Sie war im 11. Interkostalraum am grössten.

Abstand zur Bauchwand

Der Abstand vom dorsalen linken Labmagenrand war zwischen 0.0 und 13.5 ± 21.21 mm von der Bauchwand entfernt (Tab. 19). Der grösste Abstand wurde im 8. Interkostalraum gemessen. Der Abstand vom ventralen linken Labmagenrand zur Bauchwand variierte zwischen 0.0 und 1.7 ± 5.41 mm. Der grösste Abstand war im 8. Interkostalraum. Im 9. bis 12. Interkostalraum und in der gesamten Flanke war der Labmagen direkt der Bauchwand anliegend. Der dorsale rechte Labmagenrand war in der kranialen und kaudalen Flanke direkt der Bauchwand anliegend (Tab. 20). Ansonsten variierten die Abstände zwischen 1.6 ± 4.56 mm und 24.0 ± 18.38 mm. Der Abstand vom ventralen rechten Labmagenrand zur Bauchwand variierte zwischen 0.0 und 5.2 ± 7.55 mm.

Tab. 25: Labmageninhalt bei 10 Kälbern der Gruppe C vor, während und 15 Minuten nach dem Tränken

Parameter		Tränkezeitpunkt, Anzahl Kälber		
		Vorher	Während	15 Min.
		n	n	n
Falten gut sichtbar		8	9	7
Inhalt homogen		0	9	0
Milch sichtbar		0	10	10
Gerinnung sichtbar		0	0	10
Flüssigkeit echoarm		9	5	9
Grösse der festen Bestandteile	Bis 1.00 cm	2	5	1
	1.01 – 5.00 cm	8	5	5
	> 5.00 cm	-	-	4
Verhältnis zwischen flüssigen und festen Bestandteilen	V. a. flüssiger Inhalt	6	9	4
	Flüssig und fest zu gleichen Teilen	4	1	3
	V. a. feste Bestandteile	-	-	3

Vorher = Vor dem Tränken

Während = Während dem Tränken

15 Min. = 15 Minuten nach dem Tränken

Tab. 26 A: Darstellbarkeit, Lage und Ausdehnung des Labmagens links in den Interkostalräumen 7 bis 10 bei 10 Kälbern der Gruppe C ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

Parameter	Interkostalräume				
	6	7	8	9	10
n	7	10	10	10	10
Dorsale Labmagengrenze (cm)	36.6 \pm 5.56 (30.0 – 47.0)	34.2 \pm 7.66 (27.0 – 46.0)	33.4 \pm 8.03 (24.0 – 48.0)	33.2 \pm 9.07 (24.0 – 49.0)	33.4 \pm 10.28 (21.0 – 52.0)
Ventrale Labmagengrenze (cm)	45.6 \pm 4.29 (41.0 – 51.5)	46.2 \pm 5.21 (38.0 – 55.0)	46.2 \pm 4.65 (39.0 – 52.0)	45.0 \pm 6.52 (34.0 – 53.0)	45.3 \pm 7.15 (33.0 – 55.5)
Labmagenausdehnung (cm)	8.7 \pm 3.03 (4.5 – 13.0)	11.5 \pm 5.13 (3.0 – 19.5)	12.8 \pm 5.63 (4.0 – 22.0)	11.8 \pm 5.09 (4.0 – 18.0)	11.9 \pm 6.09 (3.5 – 19.0)
Relative Labmagen- ausdehnung (%)	18.9 \pm 6.53 (8.7 – 28.3)	25.4 \pm 11.47 (6.1 – 41.9)	28.0 \pm 12.38 (7.7 – 47.8)	26.0 \pm 12.23 (7.5 – 42.9)	26.1 \pm 14.82 (6.3 – 47.5)

Tab. 26 B: Fortsetzung von Tab. 26 A in den Interkostalräumen 11 und 12 sowie in der Flanke

Parameter	Interkostalräume		Flanke	
	11	12	Kranial	Kaudal
n	9	8	5	4
Dorsale Labmagengrenze (cm)	36.7 \pm 11.90 (22.0 – 57.5)	35.0 \pm 12.33 (17.0 – 53.0)	33.8 \pm 15.56 (17.0 – 54.0)	27.5 \pm 9.29 (18.0 – 40.0)
Ventrale Labmagengrenze (cm)	47.5 \pm 6.36 (40.0 – 57.5)	48.8 \pm 5.86 (41.0 – 57.5)	47.4 \pm 7.33 (40.5 – 58.5)	41.0 \pm 7.88 (30.0 – 48.5)
Labmagenausdehnung (cm)	10.8 \pm 7.30 (0.0 – 20.0)	13.8 \pm 6.85 (4.5 – 24.0)	13.6 \pm 8.51 (4.5 – 23.5)	13.5 \pm 4.81 (8.5 – 20.0)
Relative Labmagen- ausdehnung (%)	23.3 \pm 16.8 (0.0 – 47.0)	29.5 \pm 17.24 (7.8 – 58.5)	30.6 \pm 21.55 (7.7 – 58.0)	30.9 \pm 10.29 (17.5 – 42.6)

Tab. 27 A: Darstellbarkeit, Lage und Ausdehnung des Labmagens rechts in dem 12. Interkostalraum und der kaudalen Flanke bei 10 Kälbern der Gruppe C ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

Parameter	Interkostalräume				
	6	7	8	9	10
n	6	9	9	9	9
Dorsale Labmagengrenze (cm)	39.7 \pm 6.19 (33.0 – 49.0)	37.3 \pm 5.72 (29.0 – 47.0)	36.7 \pm 5.87 (27.0 – 45.0)	36.5 \pm 6.86 (27.0 – 45.0)	37.4 \pm 6.64 (26.0 – 46.0)
Ventrale Labmagengrenze (cm)	46.2 \pm 4.37 (41.0 – 51.5)	45.7 \pm 4.72 (38.0 – 51.5)	46.1 \pm 4.92 (39.0 – 52.0)	46.5 \pm 5.32 (39.0 – 53.0)	47.3 \pm 5.41 (40.0 – 55.5)
Labmagenausdehnung (cm)	6.5 \pm 6.24 (0.0 – 14.5)	8.4 \pm 4.84 (0.0 – 15.5)	9.3 \pm 4.34 (0.0 – 14.0)	10.0 \pm 5.08 (0.0 – 17.5)	9.83 \pm 4.62 (0.0 – 14.0)
Relative Labmagen- ausdehnung (%)	13.8 \pm 12.86 (0.0 – 28.3)	18.2 \pm 10.36 (0.0 – 33.3)	20.3 \pm 9.93 (0.0 – 30.8)	21.5 \pm 11.39 (0.0 – 37.6)	20.8 \pm 10.64 (0.0 – 35.0)

Tab. 27 B: Fortsetzung von Tab. 27 A in den Interkostalräumen 11 und 12 sowie in der Flanke

Parameter	Interkostalräume		Flanke	
	11	12	Kranial	Kaudal
n	8	7	4	2
Dorsale Labmagengrenze (cm)	37.5 \pm 7.82 (26.0 – 47.0)	39.4 \pm 8.25 (27.0 – 50.5)	38.3 \pm 8.06 (27.0 – 46.0)	40.8 \pm 1.06 (40.0 – 41.5)
Ventrale Labmagengrenze (cm)	48.8 \pm 5.58 (41.5 – 57.5)	49.7 \pm 5.60 (41.0 – 57.5)	48.5 \pm 7.97 (40.5 – 58.5)	45.0 \pm 4.95 (41.5 – 48.5)
Labmagenausdehnung (cm)	11.3 \pm 3.81 (4.5 – 15.5)	10.4 \pm 4.74 (0.0 – 14.0)	10.3 \pm 3.80 (5.0 – 13.5)	4.3 \pm 6.01 (0.0 – 8.5)
Relative Labmagen- ausdehnung (%)	23.6 \pm 9.31 (8.7 – 37.3)	21.4 \pm 10.83 (0.0 – 34.1)	21.4 \pm 9.06 (11.4 – 33.3)	8.8 \pm 12.39 (0.0 – 17.5)

6.5.3.2. Labmagen der Gruppe C während der Milchaufnahme

Während dem Tränken konnte bei allen Kälbern beobachtet werden, wie die Milch in den Labmagen hineinströmte. Bei 9 Kälbern wies die Labmagenflüssigkeit danach eine homogene und echoreiche Beschaffenheit auf (Tab. 25). Bei keinem Kalb waren am Ende des Tränkens Anzeichen der Milchgerinnung sichtbar. Die Milch stellte sich im Labmagen bei 5 Kälbern hyperechogen dar. In der Flüssigkeit waren bei 5 Kälbern feste Bestandteile mit einem Durchmesser von 1 – 5 cm zu sehen, bei den restlichen Tieren waren die festen Bestandteile kleiner als 1 cm.

6.5.3.3. Labmagen der Gruppe C 15 Minuten nach der Milchaufnahme

Der Inhalt wies bei allen Kälbern eine inhomogene Beschaffenheit auf (Tab. 25). Die Labmagenfalten waren nur bei 7 Tieren gut sichtbar. Bei allen Kälbern waren Anzeichen der Milchgerinnung zu sehen. Die sichtbaren festen Bestandteile wiesen bei 4 Kälbern einen Durchmesser von über 5 cm, bei 5 Kälbern einen solchen von 1 – 5 cm und bei einem Kalb einen Durchmesser von unter 1 cm auf. Der Labmageninhalt stellte sich bei 4 Kälbern hauptsächlich flüssig dar, bei 3 Kälbern war flüssiger und fester Inhalt zu gleichen Teilen vorhanden und bei 3 Kälbern war der Inhalt hauptsächlich fest.

6.5.4. Vergleich der Labmagenausdehnung bei den 3 Gruppen

Die Labmagenausdehnung der 3 Gruppen unterschied sich vor der Milch- bzw. Futteraufnahme nicht signifikant. Auch beim Vergleich zwischen rechts und links konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

7. DISKUSSION

7.1. Sonographie beim Kalb

Das Ziel der vorliegenden Arbeit war es, Normalbefunde für die sonographische Untersuchung von Haube, Pansen, Psalter und Labmagen von milchtrinkenden Kälbern mit denjenigen von heufressenden Kälbern und von Pansentrinker-Kälbern zu vergleichen. Die sonographische Untersuchung wurde in Anlehnung an beim Rind bereits etablierte Methoden durchgeführt. Die Kälber konnten stehend gut untersucht werden; allerdings war zur besseren Fixation stets eine Hilfsperson nötig. Vor allem bei den Untersuchungen während des Tränkens war es schwierig, die Organe mehrere Minuten verfolgen zu können, da die Kälber sehr unruhig und aufgeregt waren. Auch konnten die Kälber nicht länger als 1.5 Stunden sonographisch untersucht werden, da sie sich nach dieser Zeit infolge Ermüdung hinlegten. Der gewählte 5.0 MHz-Linearschallkopf erwies sich für fast alle Messungen als sehr gut.

7.2. Pansentrinker

Die Pansentrinker waren Kälber, die als Patienten am Tierspital vorgestellt wurden. Die Streuung der Altersgruppe der 10 Kälber war in dieser Gruppe am grössten (31.7 ± 24.12 Tage). Anamnestisch wiesen 2 Kälber seit der Geburt Trinkschwäche auf und 8 litten an Durchfall, was beides unter anderem als Ursache für Pansentrinken angesehen werden kann (ROSENBERGER, 1978; DIRKSEN et al., 2006). Bei der klinischen Untersuchung war die Schwingauskultation bei allen Kälbern positiv. Die Pansensaftfarbe war bei 2 Kälbern gräulich und bei 8 Kälbern milchig. Der pH-Wert des Pansensafts variierte zwischen 3.5 und 8.0 (5.5 ± 1.49). Die Blut-pH-Werte und die Basenabweichungen wiesen ebenfalls grosse Streuungen auf. Die Blut-pH-Werte variierten zwischen 6.8 und 7.4 und die BE-Werte zwischen -25.0 und $+9.9$. Die grossen Unterschiede werden auf die unterschiedlichen Behandlungen wie Infusionen und orale Elektrolytlösungen durch die einliefernden Tierärzte zurückgeführt. Solche Informationen wurden in dieser Studie

nicht ausgewertet; sie haben aber die Erstuntersuchungsbefunde mit grosser Wahrscheinlichkeit beeinflusst.

7.3. Sonographie der Haube

Die sonographische Untersuchung der Haube, wie sie von verschiedenen Autoren (GÖTZ, 1992; BRAUN und GÖTZ, 1994; RAUCH, 2008; BRAUN und RAUCH, 2008b) beim adulten Rind beschrieben wurde, konnte genauso für Kälber angewendet werden. Im Gegensatz zur Kuh konnte die Haube nicht bei allen Kälbern dargestellt werden. Bei gesunden Kühen kann die Haube von der Medianlinie aus fast immer gesehen werden (BRAUN, 1997). Nur in Ausnahmefällen, wenn die Haube nach kranial gedrückt wird, z. B. bei fortgeschrittener Gravidität, ist eine Darstellung des Organs nicht möglich. Auch bei sehr gutem Nährzustand des Tieres kann die sonographische Untersuchung beeinträchtigt sein. Bei den milchtrinkenden Kälbern konnte die Haube nur in 7 Fällen und bei den Pansentrinkern in 8 Fällen dargestellt werden. Eine Erklärung liegt vermutlich darin, dass die Haube eines Kalbes deutlich kleiner als diejenige einer Kuh ist und nicht auf dem Boden des Abdomens liegt und deshalb sonographisch nicht immer aufgefunden werden kann. Während dem Tränken konnte die Haube bei keinem Kalb dargestellt werden, da sie durch die Ausdehnung des Labmagens infolge einströmender Milch nach kranial und dorsal verlagert wurde und unter der Lunge verschwand. Bis 30 Minuten nach der Milchaufnahme war der Labmagen immer noch zu gross, um die Haube sehen zu können. Nach 2 Stunden wurde die Haube bei 5 Kälbern wieder sichtbar. Allerdings war die Darstellbarkeit sehr schlecht, da die Haube nur in einem sehr kleinen Bereich darstellbar war. Bei der Kuh wurde beschrieben, dass die Haube durch einen stark dilatierten Pansen oder einen graviden Uterus verdrängt werden und sonographisch nicht erfasst werden kann (BRAUN, 1997). Die Haubenverdrängung durch einen dilatierten Labmagen wurde beim Rind in der Literatur bisher nicht erwähnt. Die Haubenwand und der Haubeninhalt stellten sich ausser bei den Pansentrinkern wie beim adulten Rind dar. Bei den Pansentrin-

kern konnten die Haubenleisten bzw. die Haubenwabenstruktur aufgrund des flüssigen Inhalts deutlich erkannt werden.

Die Haubenmotorik war bei allen drei Gruppen vorhanden. Bei den heufressenden Kälbern waren die Strecken, die die Haube zurücklegte, mit 5.2 ± 1.06 cm signifikant länger als bei den anderen beiden Gruppen (Gruppe A 2.7 ± 1.34 cm, Gruppe C 3.6 ± 1.07 cm), was sicher auf die Grösse des Organs zurückzuführen ist. Dementsprechend war auch die Geschwindigkeit der ersten Haubenkontraktion bei der Gruppe B mit 3.5 ± 1.42 cm/ s am schnellsten (Gruppe A 1.7 ± 0.75 cm/ s, Gruppe C 2.4 ± 0.63 cm/ s). Bereits bei den milchtrinkenden Kälbern konnte in diesen Untersuchungen die Haubenmotorik sonographisch beobachtet werden. Laut ROSENBERGER (1978) setzen die zyklischen Hauben-Pansenkontraktionen erst im Alter von 6 bis 8 Wochen ein. Bei den Pansenrinkern schien die Motorik durch den sauren und flüssigen Inhalt nicht gehemmt worden zu sein, obschon saurer Panseninhalt die Vormagenmotorik negativ beeinflusst (BREUKINK et al., 1988; BÄTTIG et al., 1992). Beim Vergleich der Pausenintervalle zwischen den 3 Gruppen vor der Futteraufnahme fiel auf, dass sich diese nicht signifikant unterschieden. Die minimalen und maximalen Werte der Gruppe A und C lagen aber weit auseinander. Die Pausenintervalle variierten bei der Gruppe A zwischen 2.9 und 145.0 s, bei der Gruppe C zwischen 7.0 und 106.0 s und bei der Gruppe B zwischen 21.0 und 70.0 s. Es scheint, als wäre die Haubenmotorik bereits vorhanden, jedoch noch nicht in denselben regelmässigen Abständen, wie sie bei den heufressenden Kälbern bzw. beim adulten Rind vorkommt. Bei den heufressenden Kälbern konnte eine massive Zunahme der Anzahl Haubenkontraktionen während des Fressens beobachtet werden. Die Anzahl Kontraktionen in einer Minute stieg von 1.2 ± 0.20 vor der Futteraufnahme auf 2.1 ± 0.23 während der Futteraufnahme. Diese Zunahme der Anzahl Haubenkontraktionen während dem Fressen wurde bereits von anderen Autoren beschrieben (OKINE et al., 1994; RAUCH, 2008). RAUCH (2008) beobachtete bei Kühen während der Futteraufnahme durchschnittlich 1.6 Kontraktionen pro Minute, während in der vorliegenden Untersuchung

durchschnittlich 2.1 Kontraktionen pro Minute ermittelt wurden. Eventuell sind diese Unterschiede zwischen Kühen und Kälbern darauf zurückzuführen, dass die Kälber über Nacht vor der Untersuchung gefastet wurden und sich deshalb sehr hungrig über das vorgelegte Futter hermachten und während der Untersuchungszeit ununterbrochen Futter aufnahmen. Da die Haube bei den Kälbern der Gruppen A und C während dem Milchtrinken nicht sichtbar war, bleibt die Frage offen, ob die Kontraktionen auch während dem Tränken zunahmen.

7.4. Sonographie des Pansens

Der Pansen war bei allen drei Kälbergruppen gut darstellbar. Bei neugeborenen Kälbern wurde beschrieben, dass der Labmagen, und in seltenen Fällen der Psalter, sonographisch dargestellt werden können. Im Gegensatz dazu waren der Pansen und die Haube, vermutlich aufgrund ihrer geringen Grösse, sonographisch nicht zu sehen (JUNG, 2002). Der Pansen war von seiner Lage her bei allen 3 Gruppen sehr konstant, was mit der Befestigung der Magenanlage erklärt werden kann. Die Verklebungszone reicht vom Hiatus oesophageus bis zur Höhe des 3. bis 4. Lendenwirbels, sodass die Bewegungsfreiheit des Pansens stark eingeschränkt ist (NICKEL et al., 2004). Bei den milchtrinkenden Kälbern war der Pansen bei allen in den Interkostalräumen 9 bis 12 darstellbar. Die Pansenausdehnung variierte zwischen 5.5 ± 2.12 cm und 17.0 ± 5.66 cm und war in der kaudalen Flanke am grössten. Der kleinste Abstand von der dorsalen Pansengrenze bis zur Mittellinie des Rückens war bei den milchtrinkenden Kälbern in der kaudalen Flanke und der grösste Abstand zur ventralen Pansengrenze im 8. Interkostalraum. Beim Vergleich des Pansens der milchtrinkenden Kälber und der heufressenden Kälber konnte bei den heufressenden Kälbern nach kaudal und ventral eine deutliche Grössenzunahme des Pansens festgestellt werden. Die linke Bauchhöhlenhälfte war bei den heufressenden Kälbern wie bei Kühen vollständig mit dem Pansen ausgefüllt. Der Pansen war bei sämtlichen Tieren zwischen der kaudalen Flanke und dem 9. Interkostalraum sichtbar und wies eine Ausdehnung auf, die zwischen

9.3 ± 5.13 cm und 38.6 ± 3.75 cm variierte. Die relative Pansenausdehnung war bei der Gruppe B im Vergleich zu den milchtrinkenden Kälbern von der kaudalen Flanke bis in den 10. Interkostalraum signifikant grösser. In dieser Gegend war der Bauchumfang der Kälber jeweils am grössten. Der ventrale Pansensack war zwischen dem 10. Interkostalraum und der kaudalen Flanke bei der Gruppe B signifikant grösser als bei den Gruppen A und C. Bei der Gruppe B zeigte sich, dass der ventrale Pansensack durchschnittlich immer etwas grösser war als der dorsale Pansensack. Bei den Pansentrinkern war der Pansen bei allen Tieren zwischen den Interkostalräumen 9 und 12 darstellbar. Seine Ausdehnung variierte zwischen 6.3 ± 4.73 cm und 21.9 ± 10.17 cm. Die relative Pansenausdehnung der Pansentrinker und der milchtrinkenden Kälber unterschied sich nicht signifikant, obschon der Pansen der Pansentrinker subjektiv stets grösser erschien. Der unphysiologische Panseninhalt hatte bei Pansentrinkern keinen messbaren Einfluss auf die Pansengrösse, obwohl beim Betrachten der Tiere zum Teil eine ventrolaterale Ausweitung des Abdomens auffiel oder die Tiere links tympanisch erschienen (BREUKINK et al., 1988). Dies kann wahrscheinlich damit erklärt werden, dass sich der Pansen bei Pansentrinkern vor allem in der Breite ausdehnt, was hier nicht erfasst wurde. Der Inhalt stellte sich dorsal bei allen 3 Gruppen gasig dar. Ventral konnte bei den milchtrinkenden und heufressenden Kälbern fester Inhalt mit gasiger Komponente gesehen werden; allerdings konnte nicht zwischen einer festen und einer flüssigen Phase unterschieden werden, wie dies bei Kühen beschrieben wurde (TSCHUOR und CLAUSS, 2008). Vermutlich war diese Unterteilung bei den jüngeren Kälbern deshalb nicht vorhanden, da sie noch kein Raufutter aufnahmen, und bei den Älteren konnte sie nicht gesehen werden, da die Phasenbildung trotz Raufutterverzehr noch ungenügend ausgebildet war. Auch bei Kühen ist die Differenzierung zwischen festem und flüssigem Panseninhalt nicht immer möglich (TSCHUOR und CLAUSS, 2008). Sonographisch stellte sich der Panseninhalt der Pansentrinker deutlich anders als bei den 20 gesunden Kälbern dar. Die sonographische Untersuchung war sehr hilfreich, um bei Pansentrinker-Kälbern die

Milch im Pansen erkennen zu können. Im ventralen Bereich, zum Teil bis über die Pansenfurche reichend, war Flüssigkeit sichtbar. Das unterschiedlichere Aussehen der vorhandenen Flüssigkeit und die unterschiedliche Menge hingen massgeblich davon ab, wann die Kälber zuletzt getrunken hatten, was ihnen dabei verabreicht worden war (Milch, Elektrolytlösungen), wie die Aufnahme stattfand (selbst getrunken, Flüssigkeit mit der Sonde verabreicht) und wie lange sie bereits krank waren. In Abhängigkeit von der aufgenommenen Raufuttermenge waren unterschiedlich viel feste Partikel in der Flüssigkeit zu erkennen.

Beim Vergleich der Pansenwanddicken fielen auf Höhe der Pansenfurche und im ventralen Bereich signifikante Unterschiede zwischen den Gruppen A und C auf. Aus der Feststellung, dass die Wanddicke im dorsalen Bereich keinen Unterschied aufwies, wurde geschlossen, dass die Unterschiede nicht auf das unterschiedliche Alter der Tiere zurückzuführen waren. Bei Pansentrinkern wurde beschrieben, dass sich durch das Vorhandensein von Butter- und Milchsäure an der Vormagenschleimhaut eine hyperkeratotische Parakeratose sowie eine Retikuloruminitis entwickeln kann (DIRKSEN et al., 2006). Die sonographisch messbare Pansenwandverdickung bei den Pansentrinkern könnte auf eine solche Veränderung hinweisen. Die Pansenwand erschien bei den Pansentrinkern oft auch subjektiv gesehen verdickt, da sie sich zum Teil gewellt darstellte und allgemein deutlicher sichtbar war als bei den anderen beiden Gruppen, die keine Flüssigkeit im Pansen aufwiesen. Interessant wäre es, zu untersuchen, wie lange es dauert, bis Pansenwandveränderungen sonographisch erfasst werden können.

Während dem Tränken konnte nur bei 5 Pansentrinkern wenig Milch im Pansen erkannt werden. Das Problem war, dass die Kälber infolge reduzierter Sauglust nur sehr wenig Milch aufnahmen. Wenn der Versuch ein oder zwei Tage später wiederholt wurde und die Tiere einen deutlich besseren Allgemeinzustand aufwiesen, konnte ebenfalls keine Milch im Pansen beobachtet werden, da sich der Saugreflex normalisiert hatte und die Milch direkt in den Labmagen floss. Bei den 10 gesunden milchtrinkenden Kälbern konnte während dem Tränken und auch da-

nach keine Milch im Pansen gesehen werden, obwohl auch unter physiologischen Bedingungen immer ca. 10 % der aufgenommenen Milch in den Pansen gelangt (RUCKEBUSCH und KAY, 1971). Vermutlich war die verabreichte Milchmenge zu gering, um die Milch im Pansen sonographisch darstellen zu können.

7.5. Sonographie des Psalters

Der Psalter konnte mit zunehmendem Alter der Kälber immer besser dargestellt werden. Er war bei der Gruppe B bei allen Kälbern, bei der Gruppe A bei 9 Kälbern und bei der Gruppe C bei 7 Kälbern sichtbar. Bei gesunden Kühen konnte der Psalter immer dargestellt werden (BLESSING, 2003). Der Psalterinhalt war wie bei Kühen nicht erkennbar (BLESSING, 2003; BRAUN und BLESSING, 2006). Milch konnte weder bei den milchtrinkenden Kälbern noch bei den Pansentrinkern dargestellt werden. Die Psalterblätter konnten nur an ihren Ansätzen andeutungsweise erkannt werden. Im Gegensatz dazu konnten die Psalterblätter bei 8 Kälbern im Alter zwischen 12 Stunden post natum und 14 Tagen als echoreiche Strukturen im echofreien Psalterinhalt deutlich dargestellt werden (JUNG, 2002). Laut JUNG (2002) liegt der Psalter bei einem 14 Tage alten gesunden Kalb 6 Stunden nach dem Tränken direkt der Bauchwand an und darin sichtbar sind, wie vorhin erwähnt, deutlich erkennbare Psalterblätter. Von anderer Seite (TOTZAUER und SINOWATZ, 1990) wurde beschrieben, dass der Psalter im Alter von einem Monat bei Kälbern rechts von der Medianen lag und die Bauchwand im 9. und 11. Interkostalraum erst im Alter von 7 Monaten berührte. In den vorliegenden Untersuchungen war der Psalter bei keinem Kalb der Bauchwand anliegend. Der bauchwandnächste Punkt war bei der Gruppe A 4.0 ± 1.57 cm von der Bauchwand entfernt, bei der Gruppe B 3.2 ± 0.80 cm und bei der Gruppe C 4.5 ± 1.16 cm. Je näher der Psalter der Bauchwand anliegend war, desto besser war er darstellbar. Der bauchwandnächste Punkt befand sich, von 2 Ausnahmen abgesehen, immer im 7. oder 8. Interkostalraum. Bei Kühen war der bauchwandnächste Punkt im 8. und 9. Interkostalraum und betrug meistens 0.0 cm (BLESSING,

2003). Der Psalter erfährt mit Beginn der Raufutteraufnahme eine Grössenzunahme (TOTZAUER und SINOWATZ, 1990). Die relative Psalterausdehnung war bei der Gruppe B mit 13.5 % signifikant grösser als bei der Gruppe A mit 9.5 %. Ebenso war die Psalterwand bei der Gruppe B signifikant dicker als bei der Gruppe A. Die Pansentrinker befanden sich sowohl in Bezug auf die Psalterausdehnung als auch in Bezug auf die Psalterwanddicke zwischen den Gruppen A und B. Sie waren durchschnittlich 10 Tage älter als die milchtrinkenden Kälber, was sicher einen Einfluss auf den Psalter hatte. Der Psalter konnte bei der Gruppe A über 2 oder 3 Interkostalräume verfolgt werden, bei der Gruppe B über 2, 3 oder 4 Interkostalräume und bei der Gruppe C über 1, 2 oder 3 Interkostalräume. Bei Kühen war die Darstellung des Psalters über mindestens 3 Interkostalräume, in den meisten Fällen über 4 und in Einzelfällen über 5 Interkostalräume möglich (BLESING, 2003).

7.6. Sonographie des Labmagens

Die beim Rind beschriebene Untersuchungsmethode des Labmagens (WILD, 1995) konnte für die Kälber übernommen werden. Im leeren Zustand war der Labmagen bei den milchtrinkenden Kälbern zu einem grösseren Anteil links als rechts zu sehen. Links war der Labmagen bei allen 10 Kälbern zwischen dem 8. und 11. Interkostalraum sichtbar, rechts der Linea alba konnte er in keinem Interkostalraum bei allen 10 untersuchten Tieren gesehen werden. Die Labmagenausdehnung variierte links zwischen 8.7 ± 3.21 cm und 15.3 ± 3.93 cm und rechts zwischen 4.0 ± 0.0 cm und 10.0 ± 4.65 cm. Bei den Kühen liegt der Labmagen zu einem grösseren Teil paramedian rechts als links (BRAUN, 1997), da sich links der Pansen befindet, welcher den ganzen Platz einnimmt. Das heisst, dass es bei Kühen links keinen freien Raum für den Labmagen hat. Beim Kalb liegt der Labmagen gleichmässig im Abdomen ventral des Pansens, der Haube und des Psalters und seine Lage ist wie bei der Kuh nicht stabil (SALOMON et al. 2005). Das Labmagenvolumen beträgt beim Kalb nach 4 Wochen im Vergleich zum Pansen-

volumen 1 zu 0.5, nach 8 Wochen 1 zu 1 und nach 12 Wochen 1 zu 2 (ROSENBERGER, 1978). Bei der Kuh nimmt der Labmagen noch lediglich 7 % des gesamten Magenvolumens ein, der Pansen 80 %, die Haube 5 % und der Psalter 8 % (SALOMON et al. 2005). Beim Vergleich der relativen Labmagenausdehnung zwischen den drei Gruppen konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden. Der Labmagen war bei den milchtrinkenden Kälbern im Vergleich zum Bauchumfang im leeren Zustand nicht grösser als bei den heufressenden Kälbern. Im Vergleich zum Labmagen waren aber die Vormägen deutlich kleiner als bei den älteren Kälbern.

Bei Kühen konnte der Pylorus nur sehr selten dargestellt werden (WILD, 1995, BRAUN, 1997). Ähnlich war dies bei den Kälbern der Gruppe B, wo er nur bei einem Kalb dargestellt werden konnte. Im Gegensatz dazu war der Pylorus bei 6 Kälbern der Gruppe A und bei 6 Kälbern der Gruppe C sonographisch zu erkennen. Der Grund dafür liegt vermutlich darin, dass bei kleineren Kälbern mit dem 5.0 MHz-Linearschallkopf grössere Abdomenbereiche untersucht werden können als bei älteren Kälbern mit grösserem Bauchumfang. Nach JUNG (2002) befindet sich der Pylorus bei neugeborenen Kälbern im rechten ventralen Abdominalbereich auf Höhe des 5. Lendenwirbels und ist in geringem Labmagenfüllungszustand gut darstellbar. Je älter die Kälber sind, desto schwieriger soll es sein, den Pylorus sonographisch zu erfassen, da er nur dann dargestellt werden kann, wenn er der Bauchwand unmittelbar anliegt und im Querschnitt getroffen wird. Wenn der Pylorus bei der sonographischen Untersuchung schräg getroffen wird, so gleicht er eher einem Dünndarmanteil und kann nicht mehr identifiziert werden (BRAUN, 1997). Bei der Kuh ist der Labmagen wegen seines Inhalts deutlich von seinen Nachbarorganen zu unterscheiden (BRAUN, 1997). Der Futterinhalt stellt sich heterogen echogen mit echoreicher Tüpfelung dar. Bei den heufressenden Kälbern entsprach das Sonogramm des Labmagens demjenigen von Kühen und veränderte sich vor und nach der Futteraufnahme nicht. Bei den milchtrinkenden Kälbern konnten in Abhängigkeit von der Tränkeaufnahme deutliche Unterschiede

in der Zusammensetzung des Inhalts festgestellt werden, wie dies auch von anderen Autoren (JUNG, 2002; WITTEK et al., 2005a; MIYAZAKI et al., 2007) beschrieben worden ist. JUNG (2002) konnte 3 Stunden nach der Milchaufnahme vor allem im dorsalen Magenbereich wolkenartig inhomogen verteilte, hyperechogene Areale im hypoechogenen, flüssigen Labmageninhalt erkennen. Die beschriebenen Strukturen wurden als geronnene Milch interpretiert. In der vorliegenden Untersuchung war die Gerinnung gleichmässig im ganzen Labmagen zu sehen. Nach MIYAZAKI et al. (2007) waren 30 Minuten nach dem Trinken einer Milchersatzlösung viele kleine, echogene, geronnene Partikel erkennbar. Ein bis zwei Stunden nach der Tränkeaufnahme war das Ausmass der Gerinnung im ventralen Labmagenbereich am grössten. Nach 4 Stunden wurden die Gerinnungspartikel deutlich kleiner und lösten sich bis nach 6 Stunden vollständig auf. Bei den Kälbern der Gruppe A waren die Gerinnungsklumpen 15 bis 30 Minuten nach dem Trinken am grössten und nach 2 Stunden bereits nur noch zwischen 2 und 4 cm gross. Die zeitlichen Unterschiede in Bezug auf die Gerinnung zwischen den Untersuchungen von MIYAZAKI (2007) und den vorliegenden sind mit grosser Wahrscheinlichkeit damit zu begründen, dass dieser Autor seine Kälber mit Milchersatzlösungen tränkte, während in der vorliegenden Untersuchung Vollmilch verabreicht wurde. Laut Literatur zeigt das Enzym Rennin die optimale Wirkung bei einem Labmagen-pH-Wert von 4.0. Diese Verhältnisse liegen im Labmagen einige Minuten nach Milchaufnahme vor, sodass eine mehr oder weniger sofortige Milchgerinnung im Labmagen möglich ist (ENGELHARDT und BREVES, 1999). Bei den Pansentrinkern trat die Milchgerinnung subjektiv beurteilt später auf als bei den gesunden milchtrinkenden Kälbern. Dies ist vermutlich damit zu erklären, dass sich durch das veränderte Vormagenmilieu auch die Zusammensetzung des Labmageninhaltes veränderte und somit die physiologischen Verdauungsvorgänge beeinträchtigte.

7.7. Schlussbemerkungen

Das Ziel dieser Arbeit war es, die sonographischen Befunde gesunder milchtrinkender Kälber an Haube, Pansen, Psalter und Labmagen vor, während und nach der Milchgabe zu beschreiben. Diese Befunde wurden mit den entsprechenden von heufressenden Kälbern und von Pansentrinkern verglichen. Insgesamt wurden 30 Kälber untersucht. Die sonographische Untersuchung ist sehr hilfreich, um bei Pansentrinker-Kälbern die Milch im Pansen erkennen zu können. Die Haube kann während dem Tränken bei milchtrinkenden Kälbern nicht dargestellt werden, da sie durch die Ausdehnung des Labmagens infolge der einströmenden Milch nach kranial und dorsal verlagert wird und unter der Lunge verschwindet. Allgemein kann die verwendete Untersuchungstechnik als gut praktikabel und reproduzierbar beurteilt werden.

8. LITERATURVERZEICHNIS

ABE, M. and T. IRIKI (1979): Effects of nipple or bucket feeding of milk substitute on rumen by-pass and rate of passage in calves. *Brit. J. Nutr.* 41, 175-180.

BÄTTIG, U., G. REGI und H. STOCKER (1992): Pansensaft-Untersuchung bei Kälbern mit gestörter und normaler Sauglust. *Tierärztl. Prax.* 22, 44-48.

BEUNO, L., J. M. SORRAING and J. FIORAMONTI (1983): Influence of dopamine on rumino-reticular motility and rumination in sheep. *J. Vet. Pharmacol. Ther.* 6, 93-98.

BLESSING, S. (2003): Sonographische Untersuchungen am Psalter des Rindes. Dissertation, Universität Zürich.

BRAUN, U., A. STEINER and G. BEARTH (1989): Therapy and clinical progress of cattle with dilatation and torsion of the caecum. *Vet. Rec.* 125, 430-433.

BRAUN, U., A. STEINER and B. KAEGI (1990): Clinical, haematological and biochemical findings and the results of treatment in cattle with acute functional pyloric stenosis. *Vet. Rec.* 126, 107-110.

BRAUN, U., M. GÖTZ and O. MARMIER (1993): Ultrasonographic findings in cows with traumatic reticuloperitonitis. *Vet. Rec.* 133, 416-422.

BRAUN, U. and M. GÖTZ (1994): Ultrasonography of the reticulum in cows. *Am. J. Vet. Res.* 55, 325-332.

BRAUN, U. (1997): Atlas und Lehrbuch der Ultraschalldiagnostik beim Rind. Parey Buchverlag, Berlin.

BRAUN, U., K. WILD and F. GUSCETTI (1997a): Ultrasonographic examination of the abomasum of 50 cows. *Vet. Rec.* 140, 93-98.

BRAUN, U., N. PUSTERLA and M. SCHÖNMANN (1997b): Ultrasonographic findings in cows with left displacement of the abomasum. *Vet. Rec.* 141, 331-335.

BRAUN, U., B. GANSOHR and M. HÄSSIG (2002a): Ultrasonographic evaluation of reticular motility in cows after administration of atropine, scopolamine and xylazine. *J. Vet. Med. A.* 46, 299-302.

- BRAUN, U., G. SCHWEIZER and M. FLÜCKIGER (2002b): Radiographic and ultrasonographic findings in three cows with reticulo-omasal obstruction due to a foreign body. *Vet. Rec.* 150, 580-581.
- BRAUN, U. (2003): Ultrasonography in gastrointestinal disease in cattle. *Vet. J.* 166, 112-124.
- BRAUN, U. and S. BLESSING (2006): Ultrasonographic examination of the omasum in 30 healthy cows. *Vet. Rec.* 159, 812-815.
- BRAUN, U., S. BLESSING, B. LEJEUNE and M. HÄSSIG (2007): Ultrasonography of the omasum in cows with various gastrointestinal diseases. *Vet. Rec.* 160, 865-869.
- BRAUN, U. and B. FELLER (2008a): Ultrasonographic findings in cows with right displacement of the abomasum and abomasal volvulus. *Vet. Rec.* 162, 311-315.
- BRAUN, U. and S. RAUCH (2008b): Ultrasonographic evaluation of reticular motility during rest, eating, rumination and stress in 30 healthy cows. *Vet. Rec.* 163, 571-574.
- BRAUN, U. (2009): Ultrasonography of the gastrointestinal tract in cattle. *Vet. Clin. North Am. [Food Anim. Pract.]* 25, 567-590.
- BREUKINK, H. J., T. WENSING, A. VAN WEEREN-KEVERLING BUISMAN, E. G. VAN BRUINESSEN-KAPSENBERG and N. A. DE VISSER (1988): Consequences of failure of the reticular groove reflex in veal calves fed milk replacer. *Vet. Quart.* 10, 126-135.
- CHAPMAN, H. W., D. G. BUTLER and M. NEWELL (1986): The route of liquids administered to calves by esophageal feeder. *Can. J. Vet. Res.* 50, 84-87.
- CLARK, R. (1956): The mechanics of the ruminant stomach. *J. S. Afr. Vet. Assoc.* 27, 79-104.
- COMLINE, R. S. and D. A. TITCHEN (1951): Reflex contraction of the oesophageal groove in young ruminants. *J. Physiol.* 115, 210-226.
- DENAC, M., J. MARTI und E. SCHARRER (1990): Einfluss von Katecholaminen auf die glatte Muskulatur der Schlundrinne des Kalbes. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 132, 491-496.

DIRKSEN, G., H.-D. GRÜNDER und M. STÖBER (2006): Krankheiten von Haube und Pansen bei Milchkalb und Jungrind. In: Innere Medizin und Chirurgie des Rindes. Hrsg. G. Dirksen, H.-D. Gründer und M. Stöber. Parey Buchverlag, Stuttgart, 455-469.

DIRR, L. und G. DIRKSEN (1989): Dysfunktion der Schlundrinne ("Pansentrinker") als Komplikation der Neugeborenendiarrhoe beim Kalb. Tierärztl. Prax. 17, 353-358.

DRACKLEY, J. K. (2008): Calf nutrition from birth to breeding. Vet. Clin. North Am. [Food Anim. Pract.] 24, 55-86.

EL-KHODERY, S. A. and M. SATO (2008): Ultrasonographic assessment of the reticular motility in cows after administration of different doses of metoclopramide and neostigmine. Vet. Res. Commun. 32, 473-480.

GÖTZ, M. (1992): Sonographische Untersuchungen an der Haube des Rindes. Dissertation, Universität Zürich.

HABEL, R. E. (1956): A study on the innervation of the ruminant stomach. Cornell Vet. 46, 555-627.

HILL, S. R., B. A. HOPKINS, S. DAVIDSON, S. M. BOLT, D. E. DIAZ, C. BROWNIE, T. BROWN, G. B. HUNTINGTON and L. W. WHITLOW (2005): Technical note: Technique for dissection and analysis of the rumen in young calves. J. Dairy Sci. 88, 324-326.

JACQUAT, D. (2010): Sonographische Untersuchung von Haube, Pansen, Psalter und Labmagen bei 30 Ziegen. Dissertation, Universität Zürich.

JUNG, C. (2002): Sonographie der Lunge und des Abdomens beim bovinen Neonaten unter besonderer Berücksichtigung pathologischer Veränderungen. Dissertation, Justus-Liebig-Universität Giessen.

KASKE, M., A. MIDASCH and J. REHAGE (1994): Sonographic investigation of reticular contractions in healthy sheep, cows and goats and in cows with traumatic reticulo-peritonitis. J. Vet. Med. A 41, 748-756.

KÖNIG, H. E. und H. G. LIEBICH (2005): Anatomie der Haussäugetiere, Schattauer GmbH, Stuttgart.

LAGERLÖF, N. (1929): Investigation of the topography of the abdominal organs in cattle, and some clinical observations and remarks in connection with the subject. *Skand. Vet. tidskr.* 19, 253-365.

LISCHER, C. (1991): Sonographische Darstellung der Nabelinvolution beim Kalb. Dissertation, Universität Zürich.

MIYAZAKI, T., M. MIYAZAKI, J. YASUDA and K. OKADA (2007): Ultrasonographic imaging of abomasal curd in preruminant calves. *Vet. J.* 179, 109-116.

MIYAZAKI, T., M. MIYAZAKI, J. YASUDA and K. OKADA (2008): No abomasal curd formation in pre-ruminant calves after ingestion of a clotting milk replacer. *Vet. J.* 179, 109-116.

MOHAMED, T., S. OIKAWA, K. KOIWA, H. SATO and T. KUROSAWA (2004): Ultrasonographic diagnosis of omasal leiomyoma in a cow. *Vet. Rec.* 155, 530-531.

NICKEL, R., A. SCHUMMER und E. SEIFERLE (2004): Eingeweide. In: *Lehrbuch der Anatomie der Haustiere*. Hrsg. J. Frewein, H. Gasse, R. Leiser, H. Ross, H. Thomé, B. Vollmerhaus, H. Waibl. Parey Buchverlag im Blackwell Wissenschaftsverlag, Stuttgart, 103-434.

OKINE, E. K., G. R. KHORASANI and J. J. KENNELLY (1994): Effects of cereal grain silages versus alfalfa silage on chewing activity and reticular motility in early lactation cows. *J. Dairy Sci.* 77, 1315-1325.

PADEL-GSCHWIND, D. und H. STOCKER (2004): Sonographische Untersuchungen am Darm des Kalbes. *Schweiz. Arch. Tierheilk.* 146, 173-181.

RADOSTITS, O. M., C. C. GAY, K. W. HINCHCLIFF and P. D. CONSTABLE (2007): Disease of the rumen, reticulum and omasum. In: *Veterinary Medicine. A Textbook of the Disease of Cattle, Horses, Sheep, Pigs and Goats*. 10th edn, Saunders Elsevier, Edinburgh, 311-353.

RAUCH, S. (2008): Haubenmotorik bei gesunden Kühen und bei Kühen mit Hoflund-Syndrom. Dissertation, Universität Zürich.

RIEK, R. F. (1954): The influence of sodium salts on the closure of the oesophageal groove in calves. *Aust. Vet. J.* 30, 29-37.

ROSENBERGER, G. (1978): Krankheiten der Haube und des Pansens. In: *Krankheiten des Rindes*, Paul Parey Verlag, Berlin und Hamburg, 216-274.

ROUSSEL, A. J., R. N. HOPPER and N. D. COHEN (2000): Prokinetic effects of erythromycin on the ileum, cecum, and pelvic flexure of horses during the post-operative period. *Am. J. Vet. Res.* 61, 420-424.

RUCKEBUSCH, Y. und R. N. B. KAY (1971): On the oesophageal groove reflex. *Ann. Bio. Anim. Biochim. Biophys.* 11, 281-289.

RUCKEBUSCH, Y. (1983): Pharmacology of reticulo-ruminal motor function. *J. Vet. Pharmacol. Ther.* 6, 245-272.

SALOMON, F. V., H. GEYER und U. GILLE (2005): Mehrhöhliger Magen. In: *Anatomie für die Tiermedizin*. Enke Verlag, Stuttgart, 283-293.

SCHNORR, B. und M. KRESSIN (2001): Entwicklung der Verdauungsorgane. In: *Embryologie der Haustiere*. Enke Verlag, Stuttgart, 145-167.

SELLERS, A. F. and C. E. STEVENS (1966): Motor functions of the ruminant forestomach. *Physiol. Rev.* 46, 634-659.

TOTZAUER, I. und F. SINOWATZ (1990): Zur fetalen Entwicklung des Blättermagens des Rindes. *Tierärztl. Prax.* 18, 577-583.

TRAUTMANN, A. und J. SCHMITT (1932): Beiträge zur Physiologie des Wiederkäuermagens. Über den regelmässigen Rückfluss von Milch aus dem Labmagen in die Vormägen beim jugendlichen Wiederkäuer. *Arch. Tierernähr.* 9, 11-18.

TSCHUOR, A. and M. CLAUSS (2008): Investigations on the stratification of forestomach contents in ruminants: an ultrasonographic approach. *Eur. J. Wildl. Res.* 54, 627-633.

VAN WEEREN-KEVERLING BUISMAN, A., E. N. NOORDHUIZEN-STASSEN, H. J. BREUKINK, T. WENSING and J. M. MOUWEN (1988): Villus atrophy in ruminal drinking calves and mucosal restoration after reconditioning. *Vet. Q.* 10, 164-171.

VON ENGELHARDT, W. und G. BREVES (1999): Physiologie der Haustiere. Hrsg. H. J. Ehrlein, M. Kaske, H. Martens, G. Breves, S. Leonard-Marek, H. Gürtler und F. J. Schweigert. Enke im Hippokrates Verlag GmbH, Stuttgart, 317-363, 572-591.

WILD, K. (1995): Sonographische Untersuchungen am Labmagen des Rindes. Dissertation, Universität Zürich.

WITTEK, T., P. D. CONSTABLE and M. FÜRLI (2004): Comparison of abomasal luminal gas pressure and volume and perfusion of the abomasum in dairy cows with left displaced abomasum or abomasal volvulus. *Am. J. Vet. Res.* 65, 597-603.

WITTEK, T., P. D. CONSTABLE, T. MARSHALL and S. CROCHIK (2005a): Ultrasonographic measurement of abomasal volume, location, and emptying rate in calves. *Am. J. Vet. Res.* 66, 537-544.

WITTEK, T. and P. D. CONSTABLE (2005b): Assessment of the effects of erythromycin, neostigmine, and metoclopramide on abomasal motility and emptying rate in calves. *Am. J. Vet. Res.* 66, 545-552.

9. ANHANG

Anhang 1: Rektale Temperatur, Herz- und Atemfrequenz bei 30 Kälbern der Gruppen A, B und C ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

Parameter	Gruppe A	Gruppe B	Gruppe C
n	10	10	10
Rektale Temperatur (°C)	38.9 \pm 0.34 (38.3 – 39.5)	38.9 \pm 0.29 (38.4 – 39.5)	38.6 \pm 0.88 (36.8 – 39.7)
Herzfrequenz (/Minute)	92.2 \pm 12.7 (80.0 – 124.0)	84.0 \pm 6.25 (72.0 – 92.0)	93.6 \pm 17.81 (60.0 – 120.0)
Atemfrequenz (/Minute)	30.0 \pm 7.60 (20.0 – 44.0)	25.6 \pm 2.80 (20.0 – 28.0)	29.6 \pm 7.82 (20.0 – 44.0)

Anhang 2: Hämatologische Befunde bei 30 Kälbern der Gruppen A, B und C ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

Parameter	Gruppe A	Gruppe B	Gruppe C
Hämatokrit (%)	30.0 \pm 6.95 (18.0 – 41.0)	32.9 \pm 3.75 (26.0 – 36.0)	35.8 \pm 8.93 (24.0 – 53.0)
Hämoglobin (g/dl)	10.3 \pm 2.38 (6.3 – 14.2)	11.5 \pm 0.99 (9.7 – 12.8)	12.1 \pm 2.83 (8.1 – 17.2)
Erythrozyten ($10^6/l$)	8.5 \pm 1.69 (5.9 – 11.3)	10.5 \pm 1.41 ¹ (8.8 – 13.0)	10.1 \pm 1.95 (6.2 – 13.0)
MCH (pg)	12.3 \pm 1.16 (10.0 – 14.0)	11.1 \pm 0.99 (9.0 – 12.0)	12.0 \pm 1.89 (9.0 – 14.0)
MCHC (g/dl)	34.1 \pm 0.74 (33.0 – 35.0)	35.1 \pm 1.45 (33.0 – 38.0)	33.7 \pm 1.64 (31.0 – 36.0)
MCV (fl)	35.7 \pm 2.98 (30.0 – 39.0)	31.6 \pm 2.95 (26.0 – 36.0)	35.5 \pm 5.50 (27.0 – 41.0)
Leukozyten ($10^3/\mu l$)	9.3 \pm 1.61 (7.3 – 12.2)	11.8 \pm 3.57 (8.4 – 18.9)	17.5 \pm 10.99 ² (10.5 – 47.0)
Plasmaprotein (g/l)	58.5 \pm 5.13 (52.0 – 70.0)	66.7 \pm 5.12 (58.0 – 74.0)	63.3 \pm 10.70 (48.0 – 80.0)
Fibrinogen (g/l)	4.0 \pm 2.05 (2.0 – 8.0)	4.6 \pm 1.07 (3.0 – 6.0)	7.8 \pm 4.80 ² (2.0 – 19.0)

¹ = Differenz $P < 0.05$, t-Test, Gruppe B zu Gruppe A

² = Differenz $P < 0.05$, t-Test, Gruppe C zu Gruppe A

Anhang 3: Blutchemische Blutbefunde bei 30 Kälbern der Gruppen A, B und C
($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

Parameter	Gruppe A	Gruppe B	Gruppe C
Bilirubin ($\mu\text{mol/l}$)	3.4 \pm 2.03 (1.1 – 8.0)	1.9 \pm 0.65 (1.0 – 3.2)	1.9 \pm 0.84 (0.5 – 3.0)
Harnstoff (mmol/l)	2.7 \pm 0.94 (1.5 – 4.1)	2.4 \pm 1.02 (1.3 – 4.0)	14.1 \pm 16.69 (2.9 – 50.7)
ASAT (U/l)	44.5 \pm 14.80 (20.0 – 72.0)	71.7 \pm 21.92 (49.0 – 114.0)	53.3 \pm 25.07 (26.0 – 95.0)
γ -GT (U/l)	63.5 \pm 40.25 (18.0 – 140.0)	14.3 \pm 3.02 (10.0 – 19.0)	73.2 \pm 105.13 (12.0 – 360.0)
CK (U/l)	300.8 \pm 280.41 (59.0 – 916.0)	438.5 \pm 309.56 (139.0 – 1002.0)	375.8 \pm 312.69 (28.0 – 1086.0)
Natrium (mmol/l)	146.5 \pm 3.31 (142.0 – 153.0)	146.7 \pm 2.63 (143.0 – 152.0)	142.4 \pm 7.69 (126.0 – 150.0)
Kalium (mmol/l)	4.6 \pm 0.29 (4.0 – 5.1)	4.4 \pm 0.48 (4.0 – 5.5)	4.4 \pm 0.35 (4.0 – 5.0)
Chlorid (mmol/l)	103.9 \pm 3.21 (100.0 – 110.0)	103.3 \pm 3.13 (99.0 – 108.0)	105.2 \pm 8.15 (91.0 – 120.0)
Kalzium (mmol/l)	2.6 \pm 0.12 (2.4 – 2.8)	2.6 \pm 0.09 (2.6 – 2.9)	2.5 \pm 0.45 (1.7 – 3.5)
Magnesium (mmol/l)	0.8 \pm 0.11 (0.6 – 0.9)	0.9 \pm 0.06 (0.8 – 1.0)	0.9 \pm 0.18 (0.5 – 1.1)
Anorg. Phos- phat (mmol/l)	2.7 \pm 0.31 (2.1 – 3.1)	2.2 \pm 0.36 (1.6 – 2.7)	2.6 \pm 0.71 (1.9 – 4.3)

Anhang 4: Venöse Blutgasanalyse bei 30 Kälbern der Gruppen A, B und C ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

Parameter	Gruppe A	Gruppe B	Gruppe C
pH-Wert	7.4 \pm 0.04 (7.4 – 7.5)	7.4 \pm 0.03 (7.3 – 7.4)	7.2 \pm 0.17 ² (6.8 – 7.4)
pCO ₂ (mmHg)	51.2 \pm 4.05 (44.8 – 58.4)	47.0 \pm 5.23 (37.2 – 52.5)	40.4 \pm 12.23 ¹ (21.5 – 61.3)
pO ₂ (mmHg)	37.7 \pm 5.72 (30.8 – 49.6)	43.7 \pm 4.68 (38.8 – 54.0)	49.9 \pm 12.98 ¹ (32.7 – 78.1)
HCO ₃ ⁻ (mmol/l)	28.1 \pm 3.13 (22.8 – 34.3)	26.9 \pm 2.96 (23.2 – 31.5)	16.5 \pm 8.50 ² (5.1 – 32.8)
BE (mmol/l)	5.0 \pm 3.36 (-0.9 – 11.6)	3.4 \pm 3.22 (-0.7 – 8.6)	-10.3 \pm 11.22 ² (-25.0 – 9.9)

¹ = Differenz C zu A P < 0.05, t-Test

² = Differenz C zu A und B P < 0.01, t-Test

Anhang 5: Harnbefunde von 29 Kälbern der Gruppen A, B und C ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

Parameter	Gruppe A (n = 10)	Gruppe B (n = 10)	Gruppe C (n = 9)
Spezifisches Gewicht	1.014 \pm 0.01 (1.002 – 1.022)	1.016 \pm 0.01 (1.006 – 1.024)	1.017 \pm 0.01 (1.005 – 1.032)
pH-Wert	7.3 \pm 0.48 (7.0 – 8.0)	6.7 \pm 1.25 (5.0 – 9.0)	6.2 \pm 1.66 (5.0 – 9.0)

Anhang 6: Pansensaftbefunde bei 30 Kälbern der Gruppen A, B und C ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

Parameter	Eigenschaft	Gruppe A	Gruppe B	Gruppe C
Farbe	Oliv	-	10	-
	Gräulich	5	-	2
	Milchig	5	-	8
Geruch	Aromatisch	6	8	
	Muffig	4	2	2
	Säuerlich	-	-	8
Viskosität	Viskös	8	10	4
	Wässrig	2	-	6
Chlorid (mmol/l)		62.3 \pm 19.88 (25.0 – 83.0)	13.2 \pm 4.63 ¹ (7.0 – 20.0)	51.7 \pm 16.70 (28.0 – 83.0)
pH-Wert		7.4 \pm 0.46 (7.0 – 8.0)	8.1 \pm 0.70 (7.0 – 9.0)	5.5 \pm 1.49 ² (3.5 – 8.0)

¹ = Differenz B zu A und C: $P < 0.01$, t-Test

² = Differenz C zu A und B: $P < 0.01$, t-Test

Anhang 7 A: Halber Bauchumfang von 30 Kälbern der Gruppen A, B und C in den Interkostalräumen 5 bis 9 ($\bar{x} \pm s$, Schwankungsbreite in Klammern)

Gruppe	Interkostalräume				
	5	6	7	8	9
n	7	26	10	10	10
A	42.1 \pm 1.65 (40.5 – 44.0)	44.5 \pm 2.50 (41.0 – 48.5)	44.5 \pm 2.67 (41.0 – 49.0)	44.7 \pm 2.70 (41.0 – 50.0)	45.3 \pm 3.20 (42.0 – 52.0)
B	56.5	57.8 \pm 1.56 (55.0 – 60.0)	58.4 \pm 1.93 (56.0 – 62.5)	60.2 \pm 2.58 (56.0 – 64.5)	62.3 \pm 2.76 (59.0 – 67.5)
C	43.3 \pm 4.60 (40.0 – 46.5)	45.1 \pm 4.57 (37.5 – 51.5)	43.3 \pm 4.60 (40.0 – 46.5)	45.1 \pm 4.57 (37.5 – 51.5)	45.9 \pm 4.48 (38.0 – 51.5)

Anhang 7 B: Fortsetzung von Anhang 7 A in den Interkostalräumen 10, 11 und 12 sowie in der Flanke

Gruppe	Interkostalräume			Flanke	
	10	11	12	Kranial	Kaudal
n	10	10	10	10	10
A	45.9 \pm 3.14 (43.0 – 52.5)	46.1 \pm 3.20 (42.5 – 53.0)	46.2 \pm 3.18 (42.5 – 52.5)	46.0 \pm 2.60 (42.5 – 49.5)	45.1 \pm 2.35 (41.5 – 49.0)
B	64.5 \pm 2.74 (60.0 – 69.5)	66.2 \pm 2.32 (62.5 – 69.5)	67.0 \pm 2.50 (63.0 – 71.0)	65.8 \pm 1.99 (63.0 – 69.5)	61.2 \pm 2.95 (57.0 – 66.5)
C	47.3 \pm 5.10 (40.0 – 55.5)	48.0 \pm 5.36 (41.0 – 57.5)	48.0 \pm 5.49 (41.0 – 57.5)	47.7 \pm 5.40 (40.5 – 58.5)	46.4 \pm 5.10 (38.5 – 56.5)

10. DANKSAGUNG

An dieser Stelle möchte ich allen, die zur Entstehung dieser Arbeit beigetragen haben, ganz herzlich danken, insbesondere:

Herrn Prof. Dr. Dr. h. c. U. Braun für die Überlassung des Themas, die Übernahme des Referats und die stets gewährte freundliche Betreuung.

Frau PD Dr. S. Ohlerth für die Übernahme des Korreferats.

Herrn Prof. Dr. M. Hässig für die Unterstützung bei den statistischen Auswertungen.

Herrn Prof. Dr. H. Lutz und den Laborantinnen des veterinärmedizinischen Labors für die Ausführung der Laboruntersuchungen.

Herrn Dr. A. Tschuor für die Starthilfe bei den Ultraschalluntersuchungen.

Meinen lieben Arbeitskolleginnen und -kollegen aus der Rindermedizin K. Steininger, E. Forster, M. Irmer, S. Reichle, M. Previtali, C. Gerspach, C. Schnetzler, S. Krüger und L. Trösch für das Beitragen zum Gelingen dieser Arbeit.

Frau F. Rügsegger und Frau L. Klein für die tatkräftige Hilfe bei den sonographischen Untersuchungen.

Meinen Eltern und meinem lieben Freund Tony Nauer für die ermunternde Unterstützung und die Geduld während der gesamten Zeit sowie für das Korrekturlesen.

LEBENS LAUF

Name	Alexandra Gautschi
Geburtsdatum	18. April 1982
Geburtsort	Wetzikon
Nationalität	Schweiz
Heimatort	Zürich, Reinach AG
1989- 1995	Grundschule in Uerikon, ZH
1995- 1998	Sekundarschule in Stäfa, ZH
1998- 2002	Mathematisch-Naturwissenschaftliches Gymnasium Rämibühl, Zürich
2002- 2007	Studium der Veterinärmedizin an der Universität Zürich
2007- 2010	Assistentin und Doktorandin am Departement für Nutztiere der Universität Zürich.